

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів**

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ В.В. Шевченко

«__» _____ 20__ р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
з напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування»
на тему: «Дільниця цеху складання редуктора черв'ячно-
циліндричного»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ПБ-51
Сорочинський Денис Дмитрович

Керівник:

доцент, к.т.н., доцент,
Вислоух С.П.

Консультант з назва розділу:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,
Прізвище, ініціали

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,
Прізвище, ініціали

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ПБ5118. 1702.000 ПЗ	Пояснювальна записка	69	
3	A2	ДП ПБ5118. 1702.001 СК	Редуктор черв'ячно-циліндричний	1	
4	A1	ДП ПБ5118. 1702.004 СХ	Структурна схема складання	1	
5	A1	ДП ПБ5118. 1702.005 СХ	Технологічна схема складання	1	
6	A2	ДП ПБ5118. 1702.006 СК	Прес ручний	1	
7	A2	ДП ПБ5118. 1702.007 СК	Стенд контрольний	1	
8	A1	ДП ПБ5118. 1702.008 СК	Стенд випробувальний	1	
9	A3	ДП ПБ5118. 1702.006.002	Плита	1	
10	A4	ДП ПБ5118. 1702.006.003	Призма	1	
11	A4	ДП ПБ5118. 1702.006.007	Основа	1	
12	A4	ДП ПБ5118. 1702.006.010	Пуансон	1	
13	A0	ДП ПБ5118. 1702.009	Дільниця цеху складання	1	

				ДП ХХХХ 00.000.00		
	ПБ	Підп.	Дата			
Розробн.				Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.					1	1
Консульт.					КП ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-51	
Н/контр.						
Зав.каф.						

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Дільниця цеху складання редуктора черв'ячно-
циліндричного»

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.051003
«Приладобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ **В.В. Шевченко**

«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Сорочинському Денису Дмитровичу

1. Тема проекту «Дільниця цеху складання редуктора черв'ячно-циліндричного», керівник проекту **Вислоух Сергій Петрович, к.т.н., доцент.**

затверджені наказом по університету від «**27**» **травня 2019** р. №**1384-с**

2. Термін подання студентом проекту **30 травня 2019 року**

3. Вихідні дані до проекту **Конструкторська документація на редуктор черв'ячно-циліндричний та програма його виготовлення – 20 000 виробів за рік.**

4. Зміст пояснювальної записки **Анотація. Annotation. Вступ. 1. Технологічний розділ. 1.1. Циліндричні передачі. Області використання. 1.2. Черв'ячні передачі. Області використання. 1.3. Опис конструкції редуктора, його призначення та область використання. 1.4 Розрахунок технологічності виробу. 1.5. Проектування структурної схеми складання. 1.6. Проектування технологічної схеми складання. 1.7. Розробка технологічного процесу складання редуктора черв'ячно-циліндричного. Вибір обладнання, пристосувань та інструмента. 1.8. Опис виробництва. Автоматизація виробництва. 1.9. Автоматизація проектування технологічного процесу. 1.10. Розрахунок геометричної точності складання. Висновки до розділу.**

2. Конструкторський розділ. 2.1. Призначення, опис конструкції, робота та розрахунок преса ручного. 2.2. Призначення, опис конструкції, робота та розрахунок пристосування для обкатки та контролю температури корпусу редуктора. 2.3. Призначення, опис конструкції, робота та розрахунок пристосування для контролю крутного моменту редуктора. Висновки до розділу. Загальні висновки до дипломного проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1. Креслення редуктора. 2. Структурна схема складання редуктора. 3. Технологічна схема складання редуктора. 4. Прес ручний. 5. Стенд контрольний. 6. Стенд випробувальний. 7. Планування ділянки цеху для складання редуктора. 8. Деталювання розробленого пристосування.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16 березня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	<i>Опис конструкції редуктора черв'ячно-циліндричного, його призначення та область використання</i>	02.04.2019р.	
2	<i>Розрахунок технологічності редуктора</i>	16.04.2019 р.	
3	<i>Проектування структурної та технологічної схеми складання редуктора</i>	30.04.2019 р.	
4	<i>Проектування технологічного процесу складання редуктора</i>	10.05.2019 р.	
5	<i>Проектування пресу ручного</i>	16.05.2019 р.	
6	<i>Проектування стенду контрольного</i>	21.05.2019 р.	
7	<i>Проектування стенду випробувального</i>	23.05.2019 р.	
8	<i>Проектування плану ділянки складання редуктора.</i>	28.05.2019 р.	
9	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини проекту.</i>	30.05.2019 р.	

Студент
Керівник проекту

Д.Д. Сорочинський
С.П. Вислоух

АННОТАЦІЯ

Темою дипломного проекту є проектування дільниці цеху складання редуктора черв'ячно-циліндричного.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка містить технологічний та конструкторський розділи. В даному дипломному проекті розв'язуються задачі проектування технологічного процесу складання приладу «Редуктор черв'ячно-циліндричний», забезпечення цього процесу необхідним обладнанням та пристосуваннями, інструментом, проектування дільниці цеху складання редуктора.

В технологічному розділі розглянуто загальні відомості про даний тип редукторів, принцип його роботи, технічні дані, необхідні для функціонування даного редуктора. Також досліджено питання розрахунку технологічності, проектування технологічної та структурної схеми складання, розрахунок геометричної точності складання кількома методами. В ході роботи проведено проектування технологічного процесу складання з вибором необхідного обладнання та інструментів. Крім цього в проекті розглянута проблема автоматизації виробництва.

Важливе значення має конструкторський розділ проекту. В даному розділі розглянуто питання проектування преса для запресовки втулок у вал та стендів для випробування і контролю редуктора. Здійснені описи конструкцій стендів, їх принцип роботи. Спроектована дільниця цеху складання редуктора.

Графічна частина містить технологічну схему складання, структурну схему складання, креслення преса, деталювання розробленого преса, стендів для випробування і контролю, планування ділянки цеху складання редуктора.

ANNOTATION

The topic of the diploma project is the design of a workshop assembly section for the worm-cylinder reducer assembly.

The diploma project consists of an explanatory note and a graphic part. The explanatory note contains technological and design sections.

In this diploma project, the tasks of designing the technological process of assembly of the "Worm-cylinder reducer" device are being solved, providing this process with the necessary equipment and devices, an instrument, and designing a workshop section for the assembly of the gear unit.

In the technological part general data on this type of gearboxes, the principle of its operation, technical data necessary for the operation of this gearbox are considered. Also, the question of calculation of technological capacity, design of technological and structural scheme of assembly, calculation of geometric accuracy of assembling by several methods is investigated. In the course of work the design of the technological process of assembly with the choice of necessary equipment and tools was carried out. In addition, the project addresses the problem of automation of production.

The design section of the project is important. In this section we consider the issues of designing the press for pressing the bushings in the shaft and stands for testing and controlling the reducer. Descriptions of stands designs, their work principle are carried out. Designed section of the assembly shop of the reducer.

The graphic part contains a technological scheme of assembly, a scheme assembly assembly, drawing of the press, detailing the developed press, benches for testing and control, planning the site of the assembly shop reducer.

ЗМІСТ

АННОТАЦІЯ.....	6
ANNOTATION	7
ЗМІСТ.....	8
ВСТУП	1
1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	2
1.2. Черв'ячні передачі. Області використання.....	4
1.3. Комбінований редуктор.....	5
1.3.1. Призначення та опис конструкції редуктора	7
1.3.2. Робота редуктора	9
1.3.3. Технічні характеристики редуктора.....	10
1.3.4. Технічні вимоги до редуктора	10
1.4. Розрахунок технологічності виробу	12
1.4.1. Основні показники технологічності.....	15
1.4.2. Додаткові показники технологічності	16
1.5. Проектування структурної схеми складання.....	21
1.6. Проектування технологічної схеми складання	21
1.7. Розробка технологічного процесу складання черв'ячно- циліндричного редуктора. Вибір обладнання, пристосувань та інструменту	22
1.8. Опис виробництва. Автоматизація виробництва.	30
1.9. Автоматизація проектування технологічного процесу	33
1.10. Розрахунок геометричної точності складання	34
1.10.1 Пряма задача.....	36
1.10.2. Обернена задача.....	40
Висновки до розділу	46
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	47
2.1. Пресс ручний	47
2.2. Стенд випробувальний	49
2.3. Стенд контрольний.....	57

Розрахунок крутного моменту	61
Висновки до розділу	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	64
ДОДАТКИ	66
ДОДАТОК А. Специфікації до креслень	67
ДОДАТОК Б. Карти технологічного процесу складання.....	68
ДОДАТОК В. Графічна частина дипломного проекту	69

ВСТУП

Приладобудування - область науки і техніки, гілка машинобудування, що займається розробкою і створення засобів вимірювань, подання та обробки інформації, зокрема автоматичних і автоматизованих систем управління.

Головним напрямком становлення приладобудування прийнято вважати вимірювальну техніку, що складається із способів і пристроїв вимірювання величин: механічних, електричних, магнітних, теплових, оптичних та ін. Вимірювальні прилади разом з автоматичними керуючими і з виконавчими приладами утворюють технічну основу автоматичних систем управління технологічними процесами.

Приладобудування займається вивченням, розробкою, технологією експлуатації електричних пристроїв на виробництві. В даній галузі відбувається проектування приладів енергетичної електроніки, мікропроцесорної, інформаційної та керуючої електричної техніки і розвиток гнучких автоматичних та аналогових і цифрових електричних вимірювальних приладів.

Даний черв'ячно-циліндричний редуктор має важливе значення для приладобудування, оскільки використовується при виготовленні різноманітних приладів та систем. Робота редуктора забезпечує правильне функціонування таких пристроїв.

Таким чином, мета цього дипломного проекту – отримати практичні навички, які необхідні для якісного вирішення задач, що виникають в ході розроблення проектування складання редуктора та технологічної оснастки, необхідної для його виготовлення, випробувань та контролю.

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Циліндричні передачі. Области використання

Зубчаста передача, загальний вигляд якої наведено на рис.1.1, передає рух від одного вала до іншого зі зміною кутових швидкостей та моментів за величиною і напрямком. Складається така передача з двох коліс. Крутний момент зубчатої передачі здійснюється завдяки тиску зубів в зачепленні, одного колеса на зуби іншого.



Рис.1.1. Загальний вигляд зубчатої передачі.

Перевагами зубчатих передач є [1]:

- велика довговічність і висока надійність;
- високий коефіцієнт (до 0,98);
- сталість передавального числа;
- можливо застосувати такі передачі в широкому діапазоні

крутних моментів та швидкостей;

- невеликі габаритні розміри;
- простота експлуатації та обслуговування.

Недоліками зубчастих передач [1]:

- наявність шуму;

- неможливо плавно змінити передавального відношення;
- необхідно висока точність виготовлення і монтажу, це безперечно збільшує їх вартість.

За формою профілю зубців передачі бувають[1]:

- евольвентні;
- з круговим профілем (передачі із зачепленням Новікова);
- циклоїдальним профілем.

За взаємним розміщенням осей валів[1]:

- з паралельними осями (циліндричні передачі);
- циліндричне зовнішнє зачеплення циліндричне внутрішнє

зачеплення колесо-рейка

- із валами, осі яких перетинаються (конічні передачі);
- із мимобіжними осями валів (гвинтові передачі).

За конструктивним оформленням: закриті, відкриті.

За коловою швидкістю[1]:

- тихохідні $V \leq 3$ м/с;
- середньохідні $V = 3 \dots 15$ м/с;
- швидкохідні $V > 15$ м/с.

З усіх видів зубчастих передач найнадійніша і довговічніша є циліндрична. Дана передача застосовується в редукторах, де потрібна висока надійність і високий ККД [1].

1.2. Черв'ячні передачі. Области використання

Черв'ячна передача (рис.1.2) — це зубчаста передача, призначення якої це передавання обертового руху між валами, осі яких мимобіжні в просторі і утворюють прямий кут [2].



Рис.1.2. Загальний вигляд черв'ячної передачі.

Така передача складається із черв'яка, який має форму гвинта, і черв'ячного колеса, яке схоже на зубчасте колесо з косими зубцями угнутої форми. Передавання обертового руху у черв'ячній передачі здійснюється за принципом гвинтової пари, де черв'як це гвинт, а гайка це колесо-сектор, який вирізаний із довгої гайки і зігнутий по колу [2].

У більшості випадків ведучим є черв'як і передача працює зменшення частоти обертання веденого вала, хоча можливе передавання обертового руху і від черв'ячного колеса до черв'яка[2].

У зачепленні контакт витків черв'яка та зубців черв'ячного колеса відбувається по лінії(на відміну від гвинтових зубчастих передач, де є точковий контакт зубців), до того ж із значним ковзанням. Значні втрати у зачепленні черв'ячних передач зумовлюють їх застосування для передавання малих та середніх (до 50 кВт) потужностей, зустрічаються і передачі, які здатні передавати потужність до 200 кВт. За допомогою

черв'ячної передачі можна реалізувати велике передаточне число $u=7\ldots 100$ і більше [2].

Виділяються такі переваги черв'ячної передачі [2]:

- плавність та безшумність роботи при високих швидкостях;
- достатньо висока надійність та простота догляду в експлуатації;
- компактність, тобто малі габаритні розміри при великому передаточному числі;
- можливість виконання само гальмівної передачі (неможлива передача обертового руху від черв'ячного колеса до черв'яка).

Проте існують такі недоліки [2]:

- порівняно невисокий ККД, що не перевищує у деяких випадках 0,70-0,85;
- потреба використання для черв'ячного колеса дорогих антифрикційних матеріалів;
- мала несуча здатність.

1.3. Комбінований редуктор

Комбінований редуктор являє собою сукупність декількох конструктивних рішень, що включають в себе різні види передач об'єднаних в одному корпусі. Комбінований редуктор є одним з найбільш практичних редукторів. Він вигідно відрізняється від інших типів редукторів, бо має хороші експлуатаційні характеристики, при невеликих габаритах, а також відносно невисокою ціною. До редукторів комбінованого типу відносять: циліндрично-черв'ячні редуктори, конічно-циліндричні та ін.

Застосовується комбінований редуктор (циліндрично-черв'ячний):

- відлікові механізми особливо високої точності;
- редуктори самописців;
- оптичні прилади;

- прилади, які працюють в умовах вібрації і температур до $\pm 60^{\circ}\text{C}$;
- вимірювальні прилади;
- засоби автоматизації і системи управління;
- автоматичні і автоматизовані системи управління;
- спеціальні інструменти;
- медична техніка.

Перше призначення пристроїв, де використовується такий редуктор – певне перетворення швидкості руху від двигуна до вихідної ланки. Такі передачі характеризуються основним параметром – кутовим передавальним відношенням $i = \omega_{\text{вих}} / \omega_{\text{вх}}$ де $\omega_{\text{вих}}$, $\omega_{\text{вх}}$ - кутові швидкості обертання відповідно вихідного та вхідного валів редуктора.

Це так звані швидкісні передачі, які часто працюють за значних швидкостей. Редуктори бувають підвищувальним $\omega_{\text{вих}} > \omega_{\text{вх}}$ або знижувальними $\omega_{\text{вих}} < \omega_{\text{вх}}$ [2].

Друге значення зубчастих пристроїв – перетворення та передача від вхідного елемента до вихідного певної кількості руху. У цьому разі найважливішим показником пристрою є миттєве передавальне відношення $i_m = \partial \phi_{\text{вих}} / \partial \phi_{\text{вх}}$, де $\phi_{\text{вих}}$, $\phi_{\text{вх}}$ - кути повороту відповідно вихідного та вхідного елементів передачі [2].

Такі зубчасті передачі застосовуються в кінематичних ланцюгах перетворення вхідного сигналу в контрольно-вимірювальних, керуючих і регулювальних приладах і системах автоматичного керування. Вони працюють зазвичай за незначних швидкостей і малих навантажень.

Технічні і експлуатаційні характеристики комбінованого редуктора:

- незначна частота обертання при високих значеннях передаточного числа;

- безшумність, потужність, точність при роботі;
- можливість монтажу в нестандартні простори;
- високі значення передаточних чисел;
- проста установка і подальше обслуговування;
- невеликі розміри, компактність пристрою;
- вал обертається в обидві сторони без пріоритету;
- зупинка двигуна викликає самоторможіння вала;
- високий рівень надійності і безпеки [2].

1.3.1. Призначення та опис конструкції редуктора

Завдання редуктора - зниження кутової швидкості і одночасне підвищення крутного моменту, перетворення швидкості руху від двигуна до вихідної ланки, перетворення та передача від вхідного елемента до вихідного певної кількості руху [2].

Даний черв'ячно-циліндричний редуктор складається із 2 складальних одиниць: корпусу в складі поз.1 та вала в складі поз.1, який входить до корпусу в складі. Ескіз черв'ячно-циліндричного редуктора наведений на рис.1.5.

Корпус в складі містить: корпус поз.2, колесо зубчате поз.3, кришка поз.4, кришка поз.5, прокладка поз.6, кільце поз.7, шпонка поз.8, підшипник поз.9, підшипник поз.10, прокладка поз.11, гвинт поз.12. Ескіз корпусу в складі наведений на рис.1.3.

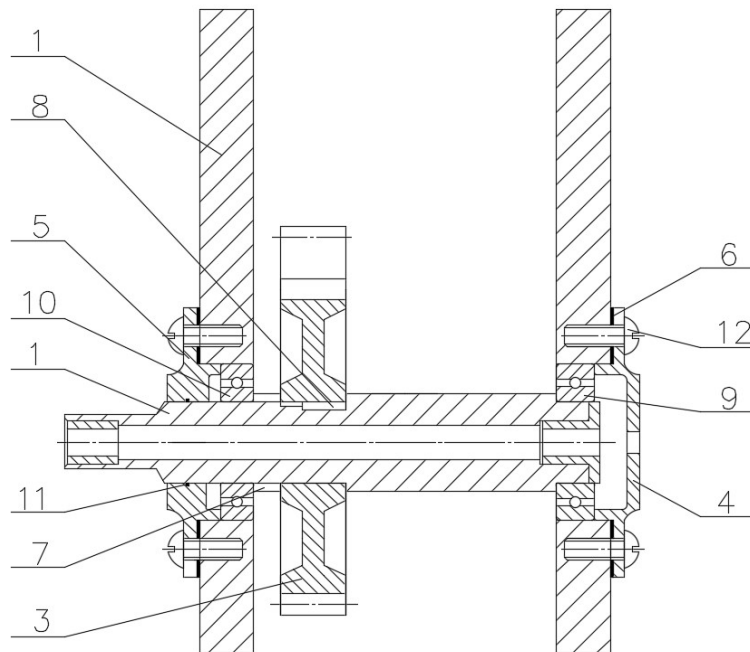


Рис.1.3. Ескіз корпусу в складі.

Вал в складі включає в себе: вал поз.1, втулка поз.2, втулка поз.3.
Ескіз вала в складі наведено на рис.1.4.

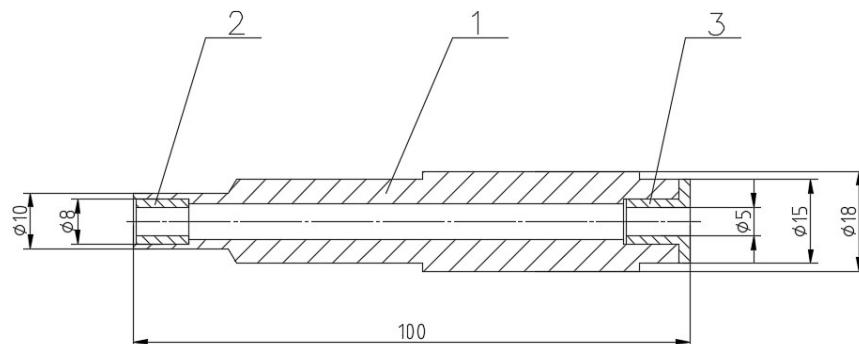


Рис.1.4. Ескіз вала в складі.

Крім двох складальних одиниць до складу редуктора входять такі деталі: основа поз.2, кришка поз.3, черв'як поз.4, колесо черв'ячне поз.5, вал-шестерня поз.6, втулка поз.7, кришка поз.8, кришка поз.9, кришка поз.10, прокладка поз.11, прокладка поз.12, прокладка поз.13, гвинт поз.14, гвинт поз.15, гвинт поз.16, шпонка поз.17, підшипник поз.18, підшипник поз.19, прокладка поз.20.

Креслення редуктора наведено в графічній частині проекту (ДП.ПБ5118.1702.001 СК).

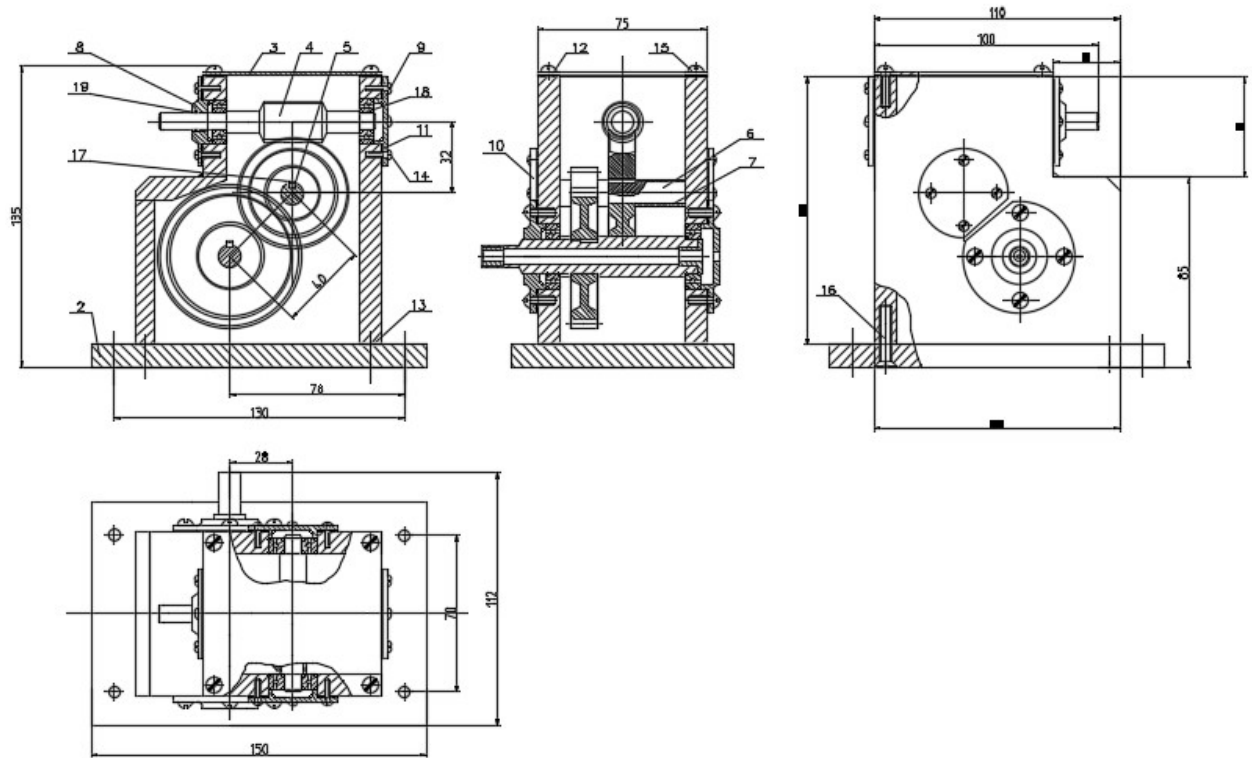


Рис.1.5. Ескіз редуктора черв'ячно-циліндричного.

1.3.2. Робота редуктора

Вал в складі поз.1 є вхідним валом. На ньому знаходиться колесо зубчате, яке передає рух до валу поз.6 та черв'ячного колеса поз.5, яке знаходиться на валу. Черв'ячне колесо передає рух на черв'як поз.4. Черв'як є вихідним валом та передає рух до інших елементів, які приєднуються до даного редуктора. Такий редуктор перетворює швидкість руху від двигуна, який з'єднується з вхідним валом, до вихідного валу.

1.3.3. Технічні характеристики редуктора

Передаточні відношення ступенів редуктора[3]:

- черв'ячної передачі $u=50$;
- зубчатої передачі $u = \frac{62}{18} \approx 3,44$

Мінімальний крутний момент вихідного валу – 113 Нм.

Максимальний крутний момент вихідного валу – 235 Нм.

Максимальна частота обертання вихідного валу – $n=250$ об/хв.

Мінімальна передаточна потужність – 0.012 кВт.

Максимальна передаточна потужність – 0.04 кВт.

Коефіцієнт корисної дії – $\eta=0,77$.

1.3.4. Технічні вимоги до редуктора

Вимоги до редукторів черв'ячна-циліндричних визначаються наступними пунктами.

1. Ресурс роботи елементів редуктора [3]:

- черв'ячні передачі - не менше 1000 годин;
- циліндричні передачі - не менше 2500 годин;
- підшипники - не менше 500 годин для циліндрично-черв'ячних редукторів.

2. Редуктори можуть експлуатуватися в повторно-короткочасному або безперервному режимі роботи тривалістю до 24 годин на добу, з навантаженням постійної або змінної, одного напрямку або з періодичним реверсом, з обертанням валів в будь-яку сторону без переваги [3].

3. Вироби допускають вплив короткочасних пускових перевантажень, що перевищують номінальні крутний момент на вихідному валу в 1,5 рази. Кількість включень при тривалості пускового перевантаження не більше 0,5

с і частоті пусків не більше 10 в годину не повинно перевищувати 10000 за весь ресурс [3].

4.Осьовий зазор підшипників на черв'яку 0,02 ... 0,05 мм [3].

5.Осьовий зазор черв'ячного колеса 0,02 ... 0,05 мм [3].

6.Зсув середньої площини черв'ячного колеса щодо осі черв'яка не більше $\pm 0,034$ мм [3].

1.3.5. Технічне обслуговування редукторів

Операції з обслуговування повинні проводитися досвідченим і кваліфікованим персоналом з дотриманням діючих норм в частині забезпечення безпеки на робочому місці. Перед початком робіт відключити подачу живлення на редуктор і вжити всіх заходів щодо запобігання випадкового включення, звертаючи увагу на рушійні частини редуктора [4].

Своєчасно проводити заміну компонентів обладнання, які не в змозі гарантувати безпечну роботу.

Підтримувати редуктор в задовільному стані за допомогою періодичного контролю на предмет шуму, вібрації, енергоспоживання і напруги, стирання поверхонь, що вступають в контакт, стану прокладок і гвинтових з'єднань (знос, деформація або утворення корозії), які при необхідності потрібно замінити. Регулярно проводити чистку редуктора від пилу і відходів (уникати використання розчинників або інших засобів, несумісних з матеріалами, з яких виготовлено виріб, а також не направляти струменя води під високим тиском безпосередньо на редуктор) [4].

Уникати на редукторі шару пилу завтовшки більше 1 мм.

Через кожні 1 000 годин роботи перевіряти герметичність прокладок, при необхідності їх слід замінити. Періодична перевірка і чистка зовнішньої поверхні вузлів.

1.4. Розрахунок технологічності виробу

Серійне виробництво є основним у приладобудуванні. Воно характеризується яскравою циклічністю та певною спеціалізацією випуску широкої номенклатури приладів, схожих за експлуатаційними та конструкторськими ознаками. Робочі місця, ділянки та цехи такого виробництва мають предметну спеціалізацію, тобто орієнтуються на виготовлення певної продукції одного найменування [5].

Темп випуску виробів за рік t [хв] визначається заданою річною програмою N_p і річним фондом робочого часу Φ_p [5]:

$$t = \frac{60\Phi_p}{N_p} = \frac{60 \cdot 2070}{20000} = 6,21 \quad (1.1)$$

Середній операційний час [хв] визначається з орієнтовної оцінки трудомісткості кожної окремої технологічної операції [5]:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{i=n_j} T_i}{\sum_{j=1}^p n_j} = \frac{1 \cdot 18,71}{3} = 6,2 \quad (1.2)$$

Де P - кількість технологічних процесів складання окремих складальних одиниць і спільного складання, n_j – кількість операцій в кожному технологічному процесі [5].

$$t \approx T_{cp} \quad (1.3)$$

Якщо $t \approx T_{cp}$, то слід організувати серійне виробництво.

Під технологічністю конструкції складального приладу або складальної одиниці розуміють її властивість, яка дає змогу скласти даний виріб якнайшвидше, застосовуючи найпростіші економічні та прогресивні

технологічні процеси. Технологічність виробів потрібно розглядати, враховуючи масштаб виробництва та програму випуску виробів. Конструкція вважається технологічною, якщо вона [5]:

- має найменшу трудомісткість виготовлення;
- низьку собівартість виробництва;
- короткий цикл складання;
- порівняно високий рівень уніфікації, стандартизації та нормалізації елементів;
- можливість застосування найпростіших і найпрогресивніших методів виготовлення та складання, що мають високу продуктивність, точність і надійність.

Технологічність виробу це відносний якісний його показник, який оцінюється порівнянням зазначених щойно характеристик виробництва з аналогічними, що їх мав базовий виріб. Під базовим розуміють такий виріб, що його випускали раніше, найхарактерніший та найбільш вдалий даної групи приладів, яку випускає підприємство. Оцінку рівня технологічності виробу в приладобудуванні регламентовано ГОСТ 14.201-73 [5].

Вибір організаційної форми складання здійснюється згідно з

ГОСТ 3.1407-80 , де організаційною формою складання називають узвичаєну форму зв'язків між окремими робочими місцями та складальними операціями, яка забезпечує вибраному типу виробництва оптимальні за витратами умови [5].

Організаційні форми складання визначаються цілою низкою певних чинників: типом виробництва, трудомісткістю процесу збирання, видами виробів і іншими особливостями. Застосовують дві основні організаційні форми складання - стаціонарну і рухливу [5].

У приладобудуванні зустрічаються в основному дві організаційні форми складання - стаціонарна та рухома. Вибір тієї чи іншої форми визначається типом виробництва та складністю конструкції приладу [5].

При стаціонарному складанні всі деталі, підвозяться саме на місце, де і проходять подальшу обробку. Таке складання зазвичай здійснюється двома методами :

– за принципом диференціації (з розчленуванням). Даний метод так само називають «бригадним». Бригада з кількох людей ділить між собою роботи по збірці вузлів виробу - і кожна людина відповідає тільки за свою ділянку робіт. Існують технологічні карти процесу складання, а отже, збірка може проходити тільки в певному порядку. Без правильного планування всього процесу метод не принесе очікуваного результату. Такі місця краще оснащені оснасткою, приладами, і продуктивність набагато вища.

– за принципом концентрації. Такий спосіб застосовується для виготовлення унікальних виробів, або при малій кількості етапів складання. Такий метод вимагає значних площ, збільшує незавершене виробництво, вимагає більшої кількості обладнання та інструменту. Але має велику гнучкість та універсальність, швидкість освоєння нової продукції.

Різновид вибирають порівнюванням темпу випуску виробів t із циклом складального процесу f [5]:

$$f = \frac{T_1}{K} = \frac{18,71}{4} = 4.6 \quad (1.4)$$

Де T_1 – трудомісткість складання одного виробу,

K – кількість задіяних складальників.

$t \geq f$, отже вибираємо концентроване складання.

1.4.1. Основні показники технологічності

Характеризують технологічність за кількома показниками. Показники з області аналізу поділяють на технічні та техніко-економічні [5]. За способом вираження їх поділяють на абсолютні та відносні. За значущістю вони бувають основними та додатковими. За системою оцінки показники поділяють на базової конструкції та конструкції виробу, який аналізується. Абсолютний техніко-економічний показник трудомісткості і виготовлення виробу T_{ϵ} визначається трудомісткістю всіх складальних і випробних операцій процесу виготовлення: $T_{\epsilon} = \sum T_{um.k}i$, де $T_{um.k}i$ – штучно-калькуляційний час (трудомісткість кожної операції технологічного процесу). Показник технологічності за трудомісткістю – критерій $K_{\epsilon m}$ – визначається порівнянням цієї трудомісткості з базовим показником трудомісткості $T_{\epsilon \phi}$ за базовим виробом даної галузі [5]:

$$K_{\epsilon m} = \frac{T_{\epsilon}}{T_{\epsilon \phi}} \quad (1.5)$$

Технологічна собівартість виробу C визначається як сума витрат за одиницю виробу [5]:

$$C_m = C_{\text{м}} + C_{\text{з.п.}} + C_{\text{н.в.}} + C_{\text{с.п.}} \quad (1.6)$$

де $C_{\text{м}}$ – витрати на матеріал для виготовлення виробу;

$C_{\text{з.п.}}$ – заробітна плата виробничих робітників;

$C_{\text{н.в.}}$ – накладні цехові витрати на утримання виробництва з витратами на амортизацію та енергію;

$C_{\text{с.п.}}$ – витрати на спеціальну підготовку виробництва до випуску даного виробу. Тоді показник технологічності виробу за собівартістю [5]:

$$K_{\epsilon c} = \frac{C_m}{C_{\epsilon m}} \quad (1.7)$$

$C_{\epsilon m}$ – технологічна собівартість базового виробу.

Оскільки при розрахунку технологічності невідомі базова трудомісткість виробу та базова технологічна собівартість виробу, можливе виконання порівняння загальної трудомісткості, розрахованої в даному проекті та загальної трудомісткості без урахування впровадження сучасного інструменту та обладнання [5].

Таким чином, трудомісткість операцій складання при використанні застарілого інструменту та обладнання:

$$T_1 = 27,63$$

Трудомісткість складальних операцій в розробленому технологічному процесі складає:

$$T_2 = 18,71$$

Таким чином розроблений технологічний процес складання є більш технологічним за рахунок використання сучасного інструменту.

1.4.2. Додаткові показники технологічності

В таблиці 1.1. наведено назви деталей та їх тип згідно з специфікацій на виріб (ДП ПБ51.1702.001 СП), (ДП ПБ51.1702.002 СП), (ДП ПБ51.1702.003 СП).

Таблиця 1.1. Види деталей редуктора та їх тип.

№	Назва деталі	Кількість деталей	Уніфікація
1	Корпус	1	н/уніф.
2	Основа	1	н/уніф.
3	Кришка	1	н/уніф.
4	Черв'як	1	н/уніф.
5	Шестерня	1	н/уніф.

№	Назва деталі	Кількість деталей	Уніфікація
6	Колесо зубчате	1	н/уніф.
7	Вал	1	н/уніф.
8	Вал	1	н/уніф.
9	Втулка	1	н/уніф.
10	Підшипник	1	уніф.
11	Втулка	1	н/уніф.
12	Втулка	1	н/уніф.
13	Кришка	1	н/уніф.
14	Кришка	1	н/уніф.
15	Кришка	2	н/уніф.
16	Кришка	1	н/уніф.
17	Кришка	1	н/уніф.
18	Прокладка	4	н/уніф.
19	Прокладка	1	уніф.
20	Прокладка	2	уніф.
21	Прокладка	1	уніф.
22	Кільце	1	уніф.
23	Гвинт	16	уніф.
24	Гвинт	4	уніф.
25	Гвинт	4	уніф.
26	Шпонка	1	уніф.
27	Шпонка	1	уніф.
28	Підшипник	2	уніф.
29	Підшипник	3	уніф.
30	Прокладка	1	уніф.
31	Прокладка	1	уніф.
32	Гвинт	8	уніф.

В таблиці 1.2. наведено види складальних одиниць редуктора черв'ячно-циліндричного.

Таблиця 1.2. Види складальних одиниць редуктора.

Назва СО	Кількість деталей	Уніфікація
Корпус	18	н/уніф
Вал	3	н/уніф.

В таблиці 1.3. наведено види операцій складання.

Таблиця.1.3. Види операцій.

№	Назва операції	Уніфікація
1	Промивка	уніф.
2	Сушіння	уніф.
3	Комплектування	уніф.
4	Встановити	уніф.
5	Загвинтити	уніф.
6	Запресувати	уніф.
7	Контролювати	н/уніф.
8	Випробувати	н/уніф.

Розрахунок показників технологічності виробу виконано згідно з методики, що наведена в [5]:

1. Критерій уніфікації виробу [5]:

$$K_y = \frac{(Ny + ny)}{(N + n)} \quad (1.7)$$

N_y – число уніфікованих складальних одиниць;

n_y – число уніфікованих деталей;

n - число всіх деталей виробу;

N - число всіх складальних одиниць;

$K_y < 0,25$ – технологічність низька;

$0,25 < K_y < 0,5$ – технологічність задовільна;

$K_y > 0,5$ – технологічність добра;

$$K_y = \frac{0+47}{2+68} = \frac{47}{70} = 0,67 \text{ – технологічність добра;}$$

2. Коефіцієнт уніфікації складальних одиниць [5]:

$$K_{yco} = \frac{N_y}{N} \quad (1.8)$$

$K_{yco} < 0,2$ – технологічність низька;

$0,2 < K_{yco} < 0,4$ – технологічність задовільна;

$K_{yco} > 0,4$ – технологічність добра;

$$K_{yco} = \frac{0}{2} = 0 \text{ – технологічність незадовільна;}$$

3. Коефіцієнт уніфікації деталей [5]:

$$K_{уд} = \frac{n_y}{n} \quad (1.9)$$

$K_{уд} < 0,3$ – технологічність незадовільна;

$0,3 < K_{уд} < 0,6$ – технологічність задовільна;

$K_{уд} > 0,6$ – технологічність добра;

$$K_{уд} = \frac{47}{68} = 0,69 \text{ – добра технологічність;}$$

4. Показник складеності конструкції [5]:

$$K_{\text{скл}} = \frac{N}{n} \quad (1.10)$$

N - число основних складальних одиниць виробу;

n - число всіх деталей виробу по специфікації;

$K_{\text{скл}} < 0,2$ – технологічність незадовільна;

$0,2 < K_{\text{скл}} < 0,4$ – технологічність задовільна;

$K_{\text{скл}} > 0,4$ – технологічність добра;

$K_{\text{скл}} = \frac{2}{68} = 0,02$ – незадовільна технологічність;

5. Показник уніфікації застосовуваних складальних процесів[5]:

$$K_{mn} = Q_{mn} / Q_n \quad (1.11)$$

$K_{mn} < 0,5$ – технологічність низька;

$0,5 < K_{mn} < 0,7$ – технологічність задовільна;

$K_{mn} > 0,7$ – технологічність добра;

$K_{mn} = 6 / 8 = 0,75$ -технологічність добра;

Комплексний показник уніфікації виробу [5]:

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (1.12)$$

n – загальна кількість показників технологічності;

$K_{\Sigma} < 0,3$ – технологічність низька;

$0,3 < K_{\Sigma} < 0,5$ – технологічність задовільна;

$K_{\Sigma} > 0,5$ – технологічність добра;

$K_{\Sigma} = \frac{2.13}{5} = 0,42$ - технологічність задовільна.

1.5. Проектування структурної схеми складання

За цього етапу підготовки складання визначаються конструктивна складність виробу, його структурний склад і ступінь розчленованості на вузли, характер зв'язків між окремими елементами та ланцюгами, після чого визначаються початкові вихідні базові елементи, з яких розпочинається складальний процес. Відбувається докладне вивчення робочих креслень та електричних схем приладу, їх специфікацій та комплектувальних відомостей [5].

Результатом таких процесів є аналіз, який є основою для проектування схеми складання виробу, яка є основою для основних напрямків складального процесу, потім встановлюється наближена кількість складальних операцій, ділянки та робочі місця для їх розміщення [5].

Таким чином структурна схема складання використовується для подальшого проектування технологічного процесу складання а також взаємодії відповідних виробничих служб підприємства [5].

Структурна схема складання редуктора наведена в графічній частині проекту (ПБ5118.1702.004 СХ).

1.6. Проектування технологічної схеми складання

Схема містить окремі гілки вузлових складань і загального складання приладу [5]. Кожна гілка починається з базової деталі або з базового вузла, за які беруть складні деталі або складальні одиниці нижчих ступенів складання. Складальний процес зображується на схемі лінією зліва направо. Розглядаючи гілки складання складальної одиниці вищого ступеня складання даного приладу, схему розвертають за годинниковою стрілкою на 90° , а будуючи гілки складання складальних одиниць нижчих ступенів, які входять до складніших складальних одиниць, додатково обертають у

той самий бік. Знизу на лінію складання подаються складальні одиниці нижчих ступенів складання та основні деталі приладу, а згори - стандартні та нормалізовані деталі. Кожний вузол з'єднаних елементів, що сходиться на гілці, є складальною операцією технологічного процесу або її окремим переходом. Сюди ж вводиться позначення методу з'єднання елементів (пресувати, клеїти, вальцювати, паяти тощо), який застосовується на даній операції, або методу додаткових робіт таких, як, наприклад: контроль, регулювати, притерти, змастити тощо, якщо таке є. На схемі можуть бути виділені випробувальні роботи, які відбуваються після завершення безпосередньо складальних операцій, на кінцевому етапі [5].

Іноді до окремих операцій вносять також позначення застосовуваних в них матеріалів наприклад марки припоїв, мастил, клеїв. Усі ці відомості визначаються технічними умовами на виробі. Розроблена схема складання показує складність технологічного процесу складання, його послідовність, є алгоритмом процесу отримання виробу або структурних одиниць [5].

Технологічна схема складання даного редуктора наведена в графічній частині проекту (ДП ПБ5118.1702.005 СХ).

1.7. Розробка технологічного процесу складання черв'ячно-циліндричного редуктора. Вибір обладнання, пристосувань та інструменту

Основні процеси і дані для проектування технологічного процесу [5]:

- складання конструкторської документації, яка включає в себе складальні креслення всього приладу і окремих його складальних одиниць різного рівня складності і деталізації цих елементів. Проектна документація також включає в себе основні електричні, пневматичні, гідравлічні, оптичні, оптоелектронні і інші електричні схеми і варіанти їх монтажу.
- створення технічних умов на виріб, до яких відносяться опис виробу, й призначення та головні дані, умови експлуатації, технічні запити

підготовки виробництва , складання виробу в цілому і його окремих складових.

- контроль і випробування та перевірок системи, вимоги до контрольно-вимірювальної апаратури, відповідні вимоги до маркування, упаковки і перевезення готових виробів.
- річна програма випуску виробів, розмір партії, які визначають темп виробництва, вибір типу виробництва та організаційної форми складання.
- керівні технічні матеріали: ЄСКД, ЄСТД, ЄСТПВ, державні стандарти на технологічні процеси виготовлення, складання, регулювання та контролю, інструкції та норми.

Технологічний процес виготовлення або складання будь-якого виробу на виробництві є розгорнутим планом або переліком необхідних робіт у певній послідовності, що в остаточному результаті має забезпечити отримання потрібного об'єкта з необхідними параметрами. Технологічний процес поділяється на основні структурні елементи – операції [5].

Згідно з ГОСТ 3.1407-74 операція – це завершена частина технологічного процесу, яка виконується безперервно на одному робочому місці одним робітником або бригадою робітників [5].

Зміст робіт у кожній операції визначається їх складністю, кількістю та складністю технологічного устаткування і оснастки, типом виробництва, рівнем механізації та автоматизації робіт. Кожна операція складається з окремих переходів. Перехід – це частина операції по виконанню певного різновиду роботи із застосуванням будь-якого складального інструмента, контрольно-вимірювального пристрою, складального устаткування тощо. У процесі проектування регульовально-налагоджувальних складальних операцій до кожного окремого переходу входить робота по одержанню одного певного параметра виробу в заданих межах [5].

Технологічні процеси поділяються на [6]:

- одиничний - виготовляється або ремонтується виріб одного найменування, типорозміру, технологічними ознаками.
- типовий - виготовляється група виробів, які мають спільні конструктивні та технологічні ознаки.
- груповий - виготовляються групи виробів з різними, але «конструктивно» спільними ознаками.

Групові і типові ТП це уніфіковані ТП, що відносяться до групи виробів із загальними конструктивними і (або) технологічними ознаками. Ці ТП широко застосовують в дрібносерійному, серійному і рідше в великосерійному виробництвах [6].

За класифікацією ЕСТД кожен з розглянутих ТП може бути перспективним або робочим.

Перспективним це такий технологічний процес, який відповідає сучасним досягненням науки і техніки. Методи і засоби такого процесу повністю або частково повинні бути освоєні на підприємстві.

Робочий ТП – виконується за робочою технологічною та (або) конструкторською документацією. Такі процеси розробляють на підприємствах для виготовлення різних виробів. Робочі ТП можуть бути проектними, стандартними і тимчасовими [6].

Проектний ТП – виконується за попереднім проектом технологічної документації [6].

Стандартний ТП – встановлений стандартом ТП, який виконують по робочій технологічній та (або) конструкторській документації, оформленої стандартом (ОСТ, СТП) та відповідних положень конкретного устаткування, режимам обробки і технологічної оснастки [6].

Тимчасовий ТП – застосовують в тому випадку якщо відсутнє необхідне обладнання або через аварію. Використовують до того часу, поки не буде можливість замінити на більш ефективний [6].

При проектуванні технологічного процесу виробництва редуктора черв'ячно-циліндричного було вибрано таке обладнання та інструмент.

Для виконання операцій гвинтового з'єднання використовується автоматичний гайковерт QS60P3 наведений на рис.1.9. Призначення – виконання різноманітних роз'ємних з'єднань за допомогою використання відповідних насадок [7].



Рис.1.9. Автоматичний гайковерт QS60P3.

Технічні характеристики:

- Розмір квадрата шпинделя - 3/8 ";
- Рекомендований крутний момент - 7-15 Нм;
- Кількість оборотів - 5300 об / хв.;
- Діаметр шланга - 10 мм.;
- Макс. тиск - 6,2 бар;
- Споживання повітря безперервно - 5,7 л / сек;
- Зовнішній радіус патрона - 23 мм;
- Підключення повітря - 1/4 ";
- Шум LpA - 71,0 дБ (А);
- Вібрація - $<2,5 \text{ м / с}^2$
- Довжина, мм: 164;
- Вага - 1,10 кг.

Для виконання операцій промивки використовуємо ванну, яка представлена на рис.1.10 [8].



Рис.1.10. Ванна для промивки деталей TRG4001-40.

Характеристики ванни для промивки деталей:

- Розмір ємності: 113,5x54,5x32 см;
- Максимальний об'єм: 150 л;
- Максимальна продуктивність насоса: 20 л / хв.;
- Вимоги до електроживлення: 220В, 50Гц.

Призначена для миття деталей розчинами на водній і лужної основі. Розчини на спиртовій, бензиновій або кислотній основі застосовувати забороняється [8].

Промислова вакуумна сушильна шафа, представлена на рис.1.11.,призначена для низькотемпературної (до 200 ° С) сушіння великих об'ємів матеріалів і сировини. Для підтримки необхідного робочого вакууму серію шаф СВП комплектують вакуумними насосами. Промисловий вакуумний сушильний шафу в стандартному виконанні має робочі камери від 0,5м³ до 3м³. Можлива зміна за вимогою замовника[9].



Рис.1.11. Шафа сушильна вакуумна серії СВП.

Для комплектації деталей використовуємо стіл ТВР1800, який представлений на рис.1.12. Модель комплектувального стола ТВР1800 оснащена тумбою ТВ0 (з двома полками і дверцятами, що закриваються на ключовий замок) і ТВ5 (з п'ятьма висувними ящиками на телескопічних направляючих і запірним механізмом під навісний замок) [10].



Рис. 1.12. Загальний вигляд стола комплектувальника.

Стільниця виготовлена з вологостійкої фанери товщиною - 32 мм, яка обшита оцинкованим металом - 1 мм і регулюється по висоті в межах 200 мм. Вантажопідйомність стільниці становить 500 кг. Підстава виробу виготовлено з листового металу товщиною 1,5 мм. Металевий верстак і тумби покриті полімерно-порошковою фарбою, стійкою до зовнішніх впливів і ударів. Додатково може бути встановлений перфорований екран. Розміри можуть змінюватись відповідно до вимог замовника[10].

Для проведення складальних робіт використовується Стіл слюсаря-складальника KronVuz Pro WP-1103-SD, представлений на рис.1.13.



Рис.1.13. Стіл слюсаря-складальника KronVuz Pro WP-1103-SD.

Його особливості:

- вантажопідйомність, кг 1500;
- габарити ДхШхВ, мм 1940х855х1800 (змінюються відповідно до вимог замовника);
- товщина стали, мм 2;
- кількість тумб, шт.2;
- кількість екранів, шт.1[11].

В складальних операціях використовується прес ручний, опис конструкції якого наведений в конструкторському розділі. Для операцій випробування та контролю використовуються випробувальний та контрольний стенди, описи конструкцій яких наведені в конструкторському розділі. Технологічний процес був спроектований в програмі автоматизованого проектування технологічних процесів Adem. Карти технологічного процесу знаходяться в додатках.

1.8. Опис виробництва. Автоматизація виробництва.

Автоматизація виробництва – вищий рівень організації машинного виробництва, процеси одержання, перетворення, передавання, використання матеріалів, енергії та інформації виконуються автоматично та (або) автоматизовано [12].

В автоматизованому виробництві робота устаткування, агрегатів, апаратів, установок відбувається автоматично за заданою програмою. Працівник контролює роботу, відхилення від заданого процесу, налагодження автоматизованого устаткування тощо. В умовах часткової автоматизації працівник не виконує роботи які пов'язані з виконанням технологічних процесів [12].

В умовах комплексно-автоматизованого виробництва технологічний процес виготовлення продукції, управління цим процесом, транспортування виробів, контрольні операції, та ін., виконуються без участі людини, але обслуговування устаткування відбувається ручним способом [12].

Основним елементом автоматизованого виробництва є автоматичні поточкові лінії. Автоматична поточкова лінія, представлена на рис.1.7., являє собою комплекс, який складається з розміщеного в технологічній послідовності виконання операцій автоматичного устаткування. Такі поточкові лінії пов'язані з автоматичною транспортною системою і системою автоматичного управління. Тобто така система забезпечує автоматизований процес перетворення заготовки на готовий виріб або поєднання складових виробу у готовий виріб. На АПЛ працівник виконує функції :налагодження, контролю і нагляду за роботою устаткування, завантаження поточної лінії заготовками або складовими частинами виробу [12].



Рис.1.14. Загальний вигляд автоматичної потокової лінії.

Автоматичні комплекси із замкнутим циклом виробництва представляють собою ряд пов'язаних автоматичними транспортними і завантажувально-розвантажувальними пристроями автоматичних ліній [12].

Автоматизовані дільниці (цехи) включають автоматичні поточкові лінії, автономні комплекси, автоматичні транспортні системи, автоматичні складські системи, автоматичні, системи контролю якості [12].

Часткова (початкова) автоматизація - автоматизується робота окремих машин і механізмів, таким чином в першу чергу автоматизуються основні технологічні операції .

Комплексна автоматизація - рівень автоматизації виробництва, на якому весь комплекс операцій виробничого процесу, включаючи транспортування і контроль продукції, здійснюється системою автоматичних машин і технологічних агрегатів по заздалегідь заданими програмами і режимам за допомогою різних автоматичних пристроїв, об'єднаних загальною системою управління. Це може бути єдиний взаємозалежний комплекс, представлений на рис.1.15., наприклад ділянка, цех або завод .



Рис.1.15. Загальний вигляд автоматизованої ділянки.

Повна автоматизація - це найвищий ступінь автоматизації, яка передбачає передачу функцій управління і контролю автоматизованим виробництвом автоматичним системам управління [12]. Широко використовуються комп'ютерно інтегровані автоматизовані системи (СІМ-Computer Integrated Manufacturing), (ТІА- Totally Integrated Automation), що дозволяють уніфікувати отримання, передачу, використання інформації про виробництво на всіх рівнях з метою отримання максимальних ефективності виробництва. Створюються автоматичні ділянки, цехи, заводи з широким використанням мікропроцесорної техніки і комп'ютерів, які об'єднані інформаційними мережами.

1.9. Автоматизація проектування технологічного процесу

Метод розробки та написання ТП на ЕОМ часто називають машинним проектуванням ТП. Машинне проектування ТП дає змогу різко скоротити час технологічної підготовки виробництва до запуску нових виробів; збільшити гнучкість і універсальність виробництва; підвищити якість розробки ТП; краще організувати та систематизувати виробництво; підготувати базу до широкого впровадження АСПТП; звільнити технологів від ручної рутинної праці. В основі машинного проектування ТП лежать принципи проектування типових і групових ТП, які ґрунтуються на подібності описів технологічних операцій для виробництва різних виробів.

Процеси автоматизації виробництва мають схожі технологічні режими та обладнання, аналогічні технічні вимоги та умови виконання робіт незалежно від виду виробу, технологічні процеси мають певну збіжність. Такі операції в автоматизованому проектуванні зводяться до певних типових експертних розв'язків технологічних завдань, розроблюють на них уніфіковані алгоритми побудови або формування технологічних операцій, на цій основі виконують машинне проектування ТП [12].

При проектуванні даного технологічного процесу була використана система автоматизованого проектування технологічних процесів Adem. З допомогою даної програми був спроектований технологічний процес складання. В програму були введені дані про операції та відповідні переходи інструмент, обладнання, час на виконання операцій. За цими даними був автоматично спроектовані карти технологічного процесу, карти обладнання та інструменту.

Зниження трудомісткості складання [5]:

$$\varphi = \frac{T_2}{T_1} = \frac{18.71}{27.63} = 0.677 < 1, \quad (1.13)$$

де T_1 , T_2 - загальна трудомісткість складання даних виробів відповідно до та після автоматизації [5].

Рівень охоплення автоматизованою працею робітників складальних місць [5]:

$$A = \frac{R_A}{R} 100 = \frac{6}{9} 100 = 66.6\% \quad (1.14)$$

де R_A - кількість робочих місць, де складання виконується за допомогою автоматів, механізмів; R - загальна чисельність робітників у складальному виробництві [5].

Таким чином на всіх складальних операціях використовується автоматичний та механізоване обладнання та інструмент. На етапі контролю та випробувань використовується автоматизовані стенди для проведення випробувальних та контрольних операцій для редуктора.

1.10. Розрахунок геометричної точності складання

Спосіб складання орієнтується ступенем взаємозамінності деталей, які входять до складальних одиниць. Рівень взаємозамінності складових частин характеризується геометричною точністю деталей, що входять в збірку [5].

Основні визначення показників точності виробів регламентує ГОСТ 1620-80, згідно з яким під точністю розуміють ступінь відповідності параметрів реально виготовленого виробу всім вимогам креслення і технічних умов. Ця відповідність визначається за розмірами або геометричними характеристиками виробу і його фізико-хімічними параметрами. Розмірна, або геометрична, точність передбачає виконання у певних допустимих межах (допусках) таких важливих характеристик об'єкта [5]:

- точність розмірів поверхонь, відстаней між ними, відстаней між осями чи іншими геометричними елементами виробу;
- точність взаємного розташування поверхонь або геометричних місць (осей, точок тощо);
- точність геометричної форми поверхонь або осей елементів виробу.

Точність виконання розмірів задається кресленнями до виробу, відповідними номінальними значеннями розміру l_0 і допуском δ на можливі відхилення справжнього розміру в межах заданого квалітету точності, які задаються верхнім (ВВ) і нижнім (НВ) відхиленнями [5].

Під методом складання розуміють певний комплекс заходів і робіт щодо забезпечення заданої точності вихідних характеристик складальних деталей. Різні вимоги щодо точності характеристик приладів, а також різні властивості цих характеристик за складністю вимірювання й одержання потребують різного підходу до організації таких методів, різної складності робіт щодо їх забезпечення [5].

У приладобудуванні в основному застосовують п'ять методів забезпечення необхідної точності складання [5]:

- метод повної взаємозамінності.
- метод неповної взаємозамінності.
- метод забезпечення точності добором.
- метод забезпечення точності регулюванням.
- метод забезпечення точності із застосуванням доробки, пригонки.

Розмірним ланцюгом називають сукупність розмірів, що утворюють замкнутий контур і безпосередньо беруть участь у вирішенні поставленого завдання. Замкнутість розмірної ланцюга призводить до того, що розміри, що входять до розмірного ланцюга, не можуть призначатися незалежно. Зміна одного з розмірів тягне за собою зміну інших розмірів.

Ескіз розмірного ланцюга представлений на рис.1.16. Схема розмірного ланцюга представлена на рис.1.17. Розмірний ланцюг взятий із креслення ДП ПБ5118.1702.001 СК.

Властивості РЛ [5]:

- розмірний ланцюг має бути завжди замкненим;
- може мати тільки одну замикаючу ланку;
- зміна розміру будь-якої складової ланки РЛ спричинює зміну положення інших ланок і розміру замикаючої ланки.

Даний спосіб гарантує досягнення необхідної точності останнього у ланки розмірної ланцюга шляхом підключення її елементів ланок в ланцюг без вибору, підбору або ж зміни їх значень [5].

Кожна деталь, вироблена за способом повної взаємозамінності, застосовується при складанні без підгонки, підбору зі збереженням експлуатаційних якостей [5].

1.10.1 Пряма задача

При розрахунку розмірних ланцюгів зустрічаються дві задачі - пряма і зворотна. Пряма задача передбачає визначення точності вихідного параметра складальної одиниці чи окремого елемента за заданою точністю елементів, які складаються. У цьому разі відомі допуски на розміри складових ланок. Потрібно визначити результуючу точність замикаючої ланки або знайти її допуск [5].

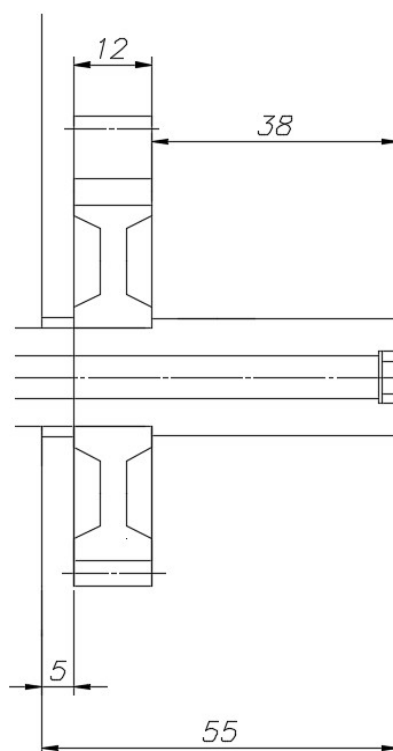


Рис.1.16. Ескіз розмірного ланцюга.

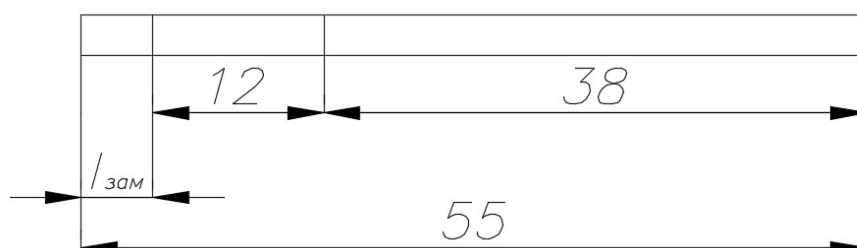


Рис.1.17. Схема розмірного ланцюга.

В таблиці 1.4. наведено характеристики ланок розмірного ланцюга.

Таблиця 1.4. Характеристики ланок розмірного ланцюга.

Розмір	Номінальне значення	Допуск	Тип
L1	12 мм	0,011 мм	Зменшуюча
L2	38 мм	0,016 мм	Зменшуюча
L3	55 мм	0,019 мм	Збільшуюча

Номинальне значення $l_{зам}$:

$$A_{зам} = \sum A_{i36} - \sum A_{i3м} \quad (1.15)$$

$$A_{зам} = (55) - (12+38) = 5 \text{ мм};$$

Виконується таким методами[5]:

Допуск зам. ланки прямої задачі за координатним методом визначається за формулою [5]:

$$\delta_{зам} = \sum_{i=1}^{m-1} |\delta_i|, \quad (1.16)$$

як арифметичну суму всіх допусків складових ланок. Потрібно визначити його зміщення відносно нульової лінії розміру $l_{зам}$.

Таке зміщення визначається координатами його відхилень: верхнього (ВВ) та нижнього (НВ). Щоб знайти їх, використаємо координати середини меж допусків K_i усіх ланок розмірного ланцюга [5].

Координата середини допуску замикаючої ланки визначається як [5]:

$$K_{зам} = \sum_1^m K_{i36} + \sum_1^q K_{j3з} \quad (1.17)$$

Відхилення допуску замикаючої ланки отримують:

$$(BB)_K = K_K + 0.5\delta_K; \quad (1.18)$$

$$(HB)_K = K_K - 0.5\delta_K.$$

$$\delta_{зам} = 0,011 + 0,016 + 0,019 = 0,046 \text{ мм};$$

$$K_{зам} = 0.0095 - (0.0055 + 0.008) = -0.004 \text{ мм};$$

Звідси:

$$(BB)_{зам} = -0.004 + 0,5 \cdot (0,046) = 0,019 \text{ мм};$$

$$(BB)_{зам} = 0,019 \text{ мм};$$

$$(HB)_{зам} = -0.004 - 0,5(0,046) = -0,027 \text{ мм};$$

$$(HB)_{зам} = -0,027 \text{ мм};$$

$$l_{\text{зам}} = 5^{+0.019}_{-0.027} \text{ мм.}$$

Екстремальний метод з урахуванням номіналів

На виробництві він називається методом “максимуму-мінімуму”. Спочатку визначається розмір замикаючої ланки. Максимальне та мінімальне значення замикаючої ланки визначаємо за формулою[5]:

$$\begin{aligned} l_{\text{зам}}^{\text{max}} &= \sum_1^n l_{i \text{ зб}}^{\text{max}} - \sum_1^q l_{i \text{ зм}}^{\text{min}} \\ l_{\text{зам}}^{\text{min}} &= \sum_1^n l_{i \text{ зб}}^{\text{min}} - \sum_1^q l_{i \text{ зм}}^{\text{max}} \end{aligned} \quad (1.19)$$

де суми максимальних і мінімальних величин ланок, які збільшують і зменшують, беруть з урахуванням їх номінального значення [5].

Верхнє та нижнє відхилення допуску замикаючої ланки [5]:

$$\begin{aligned} (BB)_{\text{зам}} &= l_{\text{зам}}^{\text{max}} - l_{\text{зам}} \\ (HB)_{\text{зам}} &= l_{\text{зам}}^{\text{min}} - l_{\text{зам}} \end{aligned} \quad (1.20)$$

Звідси:

$$\begin{aligned} l_{\text{зам}} &= 5 \text{ мм;} \\ l_{\text{зам}}^{\text{max}} &= 55,019 - 12 - 38 = 5,019 \text{ мм;} \\ l_{\text{зам}}^{\text{min}} &= 55 - (12,011 + 38,016) = 4,973 \text{ мм;} \\ (BB)_{\text{зам}} &= 5,019 - 5 = 0,019 \text{ мм;} \\ (HB)_{\text{зам}} &= 4,973 - 5 = -0,027 \text{ мм;} \\ l_{\text{зам}} &= 5^{0,019}_{-0,027} \text{ мм;} \end{aligned}$$

Екстремальний безномінальний метод

Визначають за формулою [5]:

$$\begin{aligned}(BB)_{\text{зам}} &= \sum_1^n (BB_i)_{\text{зб}} - \sum_1^q (HB_i)_{\text{зм}} \\ (HB)_{\text{зам}} &= \sum_1^n (HB_i)_{\text{зб}} - \sum_1^q (BB_i)_{\text{зм}}\end{aligned}\tag{1.21}$$

де (BB) і (HB) – верхнє і нижнє відхилення допусків складових ланок, які взято зі своїми знаками [5].

Визначаємо:

$$\begin{aligned}(BB)_{\text{зам}} &= (0,019) - (0) = 0,019 \text{ мм}; \\ (HB)_{\text{зам}} &= (0) - (0,011 + 0,016) = - 0,027 \text{ мм}; \\ l_{\text{зам}} &= 5_{-0,027}^{0,019} \text{ мм};\end{aligned}$$

Отже, ми бачимо, що результат $l_{\text{зам}}$, отриманий екстремальним без номінальним та екстремальним з урахуванням номіналів методами зійшлися, тому задача вирішена вірно.

1.10.2. Обернена задача

Метод максимумів-мінімумів

Обернена задача полягає в тому, щоб за відомими номінальними значеннями, допускам і граничними відхиленнями складових ланок визначити номінальне значення, допуск і граничні відхилення замикаючої ланки.

Значення параметрів складових ланок цього ланцюга приймаємо такими, які були отримані вище в результаті розв'язання прямої задачі [13]. В таблиці 1.5. наведено характеристики ланок розмірного ланцюга.

Таблиця 1.5. Характеристики ланок розмірного ланцюга.

Роз мір	Номінальне значення	Допуск к	Тип
L1	12 мм	0,011 мм	Зменшуюча
L2	38 мм	0,016 мм	Зменшуюча
L3	55 мм	0,019 мм	Збільшуюча

1. За допомоги рівняння знаходиться номінальне значення замикаючої ланки за формулою [13]:

$$l_{\text{зам}} = \sum_1^m l_{\text{зб}} - \sum_1^n l_{\text{зм}} = l_3 - (l_1 + l_2) = 55 - (12 + 38) = 5 \text{ (мм)} \quad (1.22)$$

2. За формулою вираховується допуск замикаючої ланки [13].

$$Tl_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{n+m} Tl_i = 0.011 + 0.016 + 0.019 = 0.046 \text{ (мм)}. \quad (1.23)$$

3. За допомоги залежності вираховується координата середини поля допуску замикаючої ланки [13]:

$$\Delta_0 l_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^m m \frac{l_{\text{ізз}}}{2} - \sum_{j=1}^n n \frac{l_{\text{ізз}}}{2} = 0.0095 - (0.0055 + 0.008) = -0.004 \text{ (мм)} \quad (1.24)$$

4. По співвідношенням знаходяться граничні відхилення замикаючої ланки [13]:

$$BV = \Delta_0 l_{\text{зам}} + \frac{Tl_{\text{зам}}}{2} = -0.004 + \frac{0.046}{2} = +0.019 \text{ (мм)} \quad (1.25)$$

$$HB = \Delta_0 l_{\text{зам}} - \frac{Tl_{\text{зам}}}{2} = -0.004 - \frac{0.046}{2} = -0.027 \text{ (мм)} \quad (1.26)$$

Таким чином, в результаті отримаємо $l_{\text{зам}} = 5_{-0.027}^{+0.019}$ мм, тобто пряма задача вирішена правильно.

Метод рівності квалітетів точності

Цей метод дає змогу оцінити точність складових елементів з урахуванням їх несумірності з використанням стандартних таблиць допусків квалітетів точності. Допуск для розмірів від 1 до 500 мм визначається [13]:

$$\delta = ai \quad (1.27)$$

де a – число одиниць допусків, встановлене в кожному квалітеті точності (тобто a встановлює зв'язок допуску з квалітетом); i – величина одиниці поля допуску, що пов'язує допуск з номінальними розмірами ланок, мкм [13]:

$$i = 0.45^3 \sqrt{A} + 0.001A \quad (1.28)$$

A – номінальний розмір, мм[13].

$$i(12) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{12} + 0.001 \cdot 12 = 1,042$$

$$i(38) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{38} + 0.001 \cdot 38 = 1,551$$

$$i(55) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{55} + 0.001 \cdot 55 = 1,766$$

Виходячи з умови рівності квалітетів у всіх ланках РЛ маємо [13]:

$$a_1 = a_1 = \dots = a_{m-1} = a_{cp} \quad (1.29)$$

Тоді на основі (2.16) одержимо рівність [13]:

$$\delta_{зам} = a_{cp} \sum_{j=1}^{m-1} i_j \quad (1.30)$$

$$l_{зам} = 5^{+0.019}_{-0.027} \text{ мм};$$

Орієнтовне число одиниць для РЛ [13]:

$$a_{cp} = \frac{\delta_{зам}}{\sum_{j=1}^{m-1} i_j} = \frac{\delta_{зам} \cdot 10^3}{\sum_{j=1}^{m-1} (0.45 \cdot \sqrt[3]{A_j} + 0.001 \cdot A_j)} = \frac{0.046 \cdot 10^3}{4.359} \quad (1.30)$$

За табл. 2.1 беремо 1Т6, де $a_T = 10$.

За таблицею допусків знаходимо допуски на складові елементи, приймаємо посадки Н6 і h6; позначаємо [13]:

$$38^{+0.016}$$

$$55^{+0.019}$$

Зменшуючу ланку (12 мм) беремо як компенсуючу і визначаємо на неї допуск і граничні відхилення. Допуск компенсуючої ланки [13]:

$$\delta_i = \delta_{зам} - \sum_{i=1}^{m-2} |\delta_i| = 0.046 - (0.016 + 0.019) = 0.011(\text{мм}) \quad (1.31)$$

Верхнє і нижнє відхилення допуску компенсуючого розміру A_K визначаються координатним методом допусків із рівняння зв'язку між координатою середин допусків замикаючої ланки і складових ланок [13]:

$$\begin{aligned} K_k &= -(K_{зам} - (\sum K_{ізБ} - \sum K_{ізМ})) = -(-0.004 - (0.0095 - 0.008)) = \\ &= -0.0055 \end{aligned} \quad (1.32)$$

Суми координат середин допусків складових ланок беруться без урахування компенсатора. Його верхнє та нижнє відхилення допуску [13]:

$$\begin{aligned} (BB)_K &= K_K + 0.5\delta_K \\ (HB)_K &= K_K - 0.5\delta_K \end{aligned} \quad (1.33)$$

Суми координат середин допусків складових ланок беруться без урахування компенсатора. Його верхнє та нижнє відхилення допуску:

$$\begin{aligned} (BB)_{зам} &= +0.0055 + 0.5 \cdot 0.011 = +0.011 \text{ мм}; \\ (HB)_{зам} &= +0.0055 - 0.5 \cdot 0.011 = 0 \text{ мм}; \end{aligned}$$

Зменшуюча компенсуюча ланка $12^{+0,011}$ мм. Перевіримо одержаний результат, застосувавши екстремальний безномінальний метод [13].

Згідно з екстримально безномінальним методом:

$$\begin{aligned} (BB)_{зам} &= (0,019) - (0) = +0,019 \text{ мм}; \\ (HB)_{зам} &= (0) - (0,011+0,016) = - 0,027 \text{ мм}; \\ l_{зам} &= 5^{+0,019}_{-0,027} \text{ мм}; \end{aligned}$$

Задача розв'язана правильно.

Розрахунок кількості обладнання для ділянки цеху складання

Розрахунок кількості обладнання проводиться залежно від штучно-калькуляційного часу на кожну операцію. Оперативний час на виконання кожної операції вибирається із нормативних даних [14]. Розрахунки часу проведені за формулами згідно норм [5].

$$\sum T_{on} = 56,63$$

$$\sum T_{обсл} = 5,07$$

$$\sum T_{відп} = 2,77$$

$$\sum T_{шт} = 65,11$$

$$\sum T_{шт.к} = 66,43$$

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.см.} \cdot 60} \quad (1.34)$$

$t_{шт-\kappa_i}$ - штучно-калькуляційний час

N_i - програма випуску

$\Phi_{д.см.}$ - ефективний річний фонд роботи обладнання

Робоче місце

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.см.} \cdot 60} = \frac{21,78 \cdot 20000}{2070 \cdot 60} = 3,5 \approx 4$$

Ванна для промивки деталей

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.ст.} \cdot 60} = \frac{3,26 \cdot 20000}{2070 \cdot 60} = 0,52 \approx 1$$

Шафа сушильна

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.ст.} \cdot 60} = \frac{2,79 \cdot 20000}{2070 \cdot 60} = 0,44 \approx 1$$

Комплектувальний стіл

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.ст.} \cdot 60} = \frac{2,72 \cdot 20000}{2070 \cdot 60} = 0,43 \approx 1$$

Площа ділянки цеху становить 481 м². Планування цеху представлено в графічній частині (ДП ПБ5118.1702.009).

Висновки до розділу

В технологічному розділі було розглянуто інформацію про використання циліндричних та черв'ячних передач, опис роботи та область застосування комбінованого редуктора. Розглянуто черв'ячно-циліндричний редуктор, принцип його роботи, будову редуктора, опис роботи, технічні характеристики, технічні вимоги до експлуатації та обслуговування. Був проведений розрахунок технологічності, була спроектована технологічна та структурна схеми складання. Розрахунок геометричної точності складання був здійснений за допомогою метода повної взаємозамінності. Були вирішені пряма та обернена задача кількома методами.

На основі зроблених схем складання був спроектований технологічний процесу складання за допомогою програми автоматизованого проектування технологічних процесів Adem. В ході проектування було вибрано необхідне обладнання та інструмент для забезпечення складання редуктора. В проекті розглянуто питання автоматизації виробництва. Було розраховано кількість робочих місць в ділянці цеху складання редуктора, що стало основою для розробки планування ділянці цеху складання редуктора.

В результаті були отримані: креслення редуктора, карти технологічного процесу складання, відомість інструменту, відомість обладнання, схеми складання, планування ділянки цеху складання.

2.КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Пресс ручний

Для виконання складальних операцій виникає необхідність запресування втулок у вал. Тому був спроектований прес ручний для запресовки втулок у вал, ескіз якого представлений на рис.2.1.

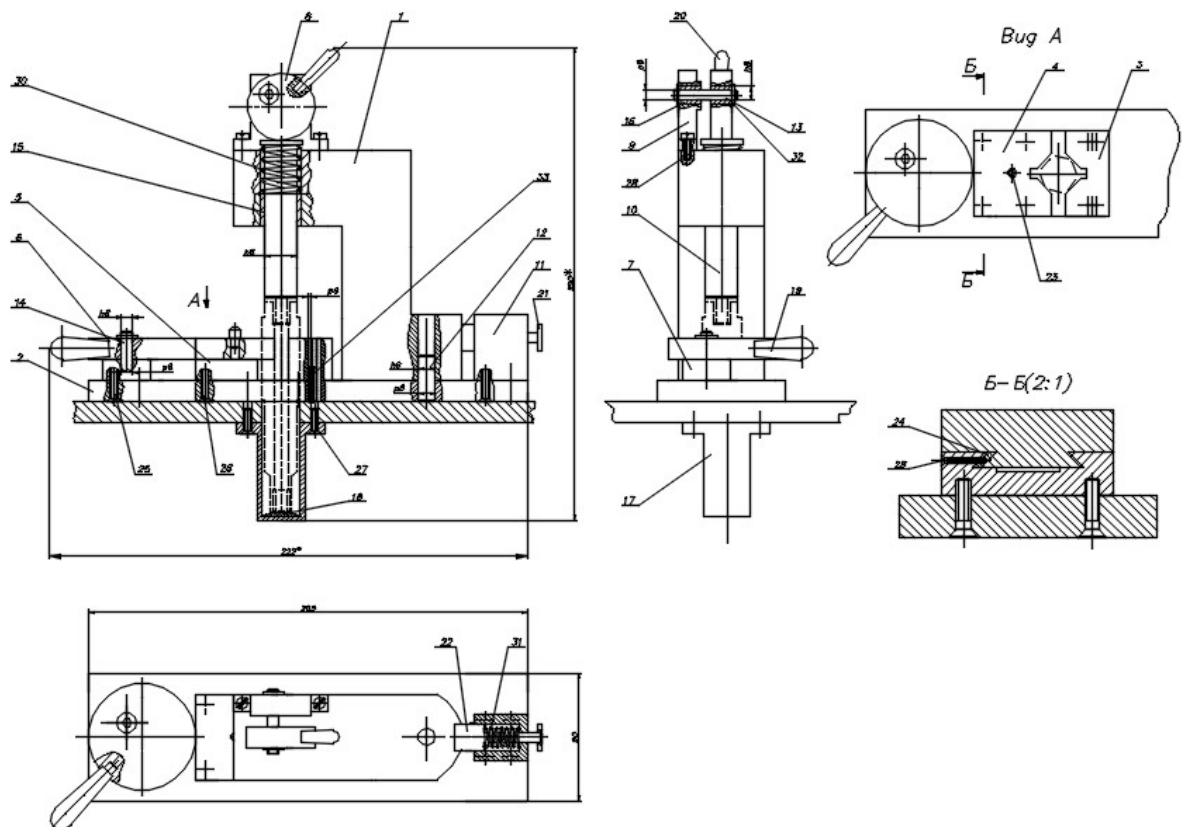


Рис.2.1. Ескіз преса ручного.

Ручний прес призначений для запресування втулок у вал. Запресування здійснюється за рахунок сили, прикладеної до ексцентрика поз.8. Під дією сили пуансон поз.10 опускається вниз та запресовує втулку.

Вал розміщений на спеціальній підставці поз.17, яка з'єднується зі столом гвинтами поз.27. З однієї сторони відбувається затиск вала за допомогою ексцентрика поз.6, який рухає призму поз.4. З іншої сторони вал опирається на нерухому призму поз.3, яка встановлюється на штіфти поз.33. Для фіксації преса в необхідному положенні використовується фіксатор, який складається з корпусу поз.11, пуансона поз.22, пружини поз.31, ручки поз.21 та шайби пружинної поз.32. Креслення пресу представлене в графічній частині (ДП ПБ5118.1702.006 СК).

Розрахунок зусилля пресування здійснюється за формулою [15]:

$$W = \frac{p \cdot L \cdot \cos \alpha}{R \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + d / 2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2}; \quad (2.1)$$

$$p = 10;$$

$$L = 35;$$

$$d = 5;$$

$$R = D / (2 \cdot \cos \alpha) = 32 / (2 \cdot 0.894) = 18,51;$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}(2 \cdot e / D) = \operatorname{arctg}(2 \cdot 8 / 32) = 26,56$$

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg}(f_1) = \operatorname{arctg}(0,15) = 8,5307;$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arctg}(f_2) = \operatorname{arctg}(0,12) = 6,8427;$$

$$W = \frac{78.45 \cdot 35 \cdot 0.894}{18,51 \cdot \operatorname{tg}(26,56 + 8,5307) + 5 / 2 \cdot \operatorname{tg}(6,8427)} = 184,52 H$$

де f_1 - коефіцієнт тертя "деталь - ексцентрик";

f_2 - коефіцієнт тертя "вісь - ексцентрик";

p - зусилля на рукоятці, Н;

L – довжина від центра ексцентрика до центра рукоятки, мм.

D -діаметр ексцентрика

d – діаметр вісі ексцентрика

е-ексцентриситет

Максимальний кут ($^{\circ}$) кругового клину: α .

Таким чином зусилля складає 184.52 Н.

Розрахунок сили затиску ексцентрика для закріплення валу здійснюється за формулою [15]:

$$W = \frac{p \cdot L \cdot \cos \alpha}{R \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + d / 2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2};$$

$$p = 10;$$

$$L = 52;$$

$$d = 5;$$

$$R = D / (2 \cdot \cos \alpha) = 50 / (2 \cdot 0.9284) = 26,92;$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}(2 \cdot e / D) = \operatorname{arctg}(2 \cdot 10 / 50) = 21,8$$

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg}(f_1) = \operatorname{arctg}(0,15) = 8,5307;$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arctg}(f_2) = \operatorname{arctg}(0,12) = 6,8427;$$

$$W = \frac{78,45 \cdot 52 \cdot 0.9284}{26,92 \cdot \operatorname{tg}(21,8 + 8,5307) + 5 / 2 \cdot \operatorname{tg}(6,8427)} = 235,99 \text{ Н}$$

Таким чином зусилля складає 235.99 Н.

2.2. Стенд випробувальний

В процесі роботи над конструкторським розділом був спроектований випробувальний стенд для обкатки та контролю температури корпусу редуктора, ескіз якого представлений на рис.2.2.

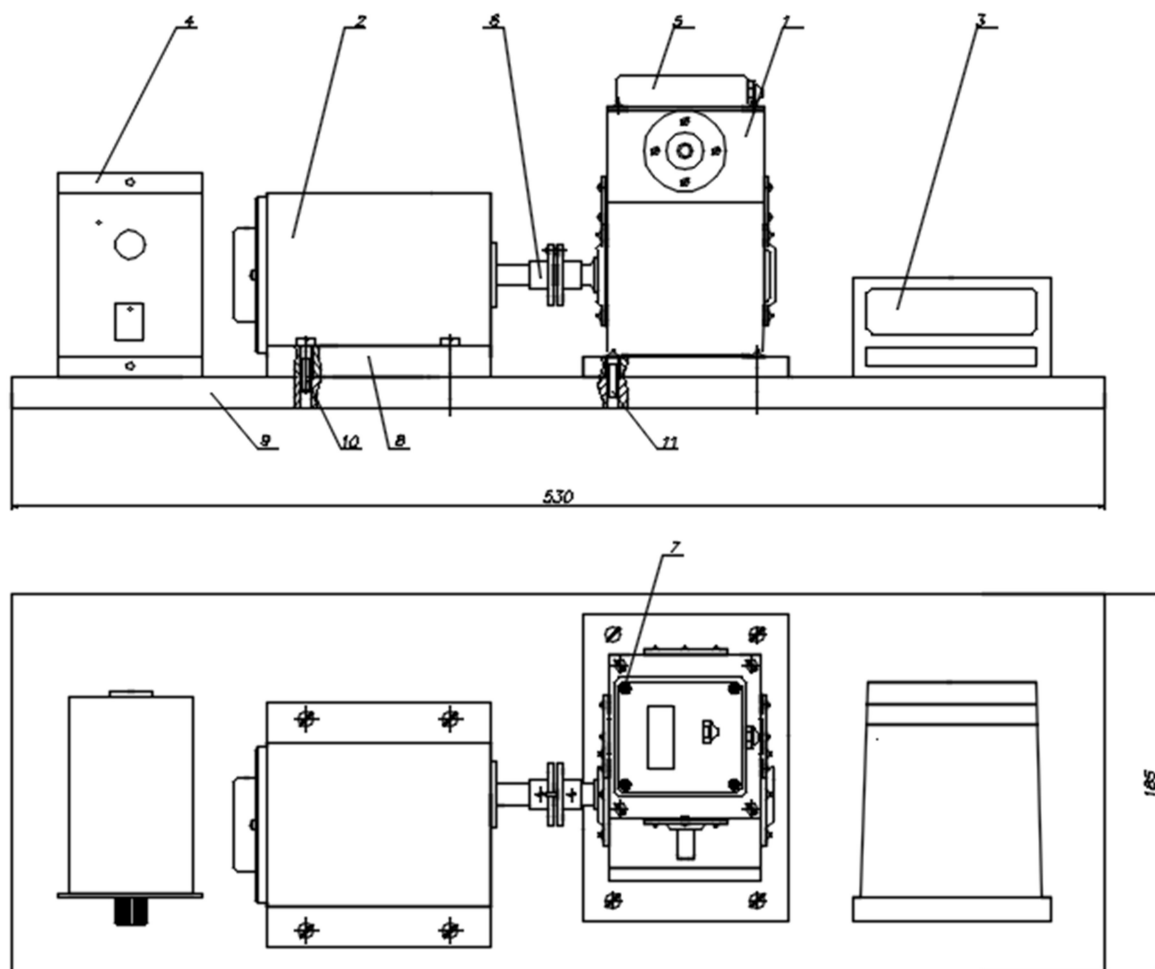


Рис.2.2. Ескіз випробувального стенда.

Стенд випробувальний складається із редуктора поз.1, який з'єднаний з двигуном поз.2 повідковою муфтою поз.6, ескіз якої наведений на рис.2.3 [16]. Редуктор з'єднаний із плитою поз.9 4-ма гвинтами поз.11. Мотор-редуктор поз.2, який наведений на рис.2.4., розміщується на підставці поз.8, яка кріпиться до плити 4-ма гвинтами поз.10. Мотор-редуктор під'єднаний до контролера швидкості двигуна поз.4, наведеного на рис.2.5. На редукторі встановлений датчик температури поз.5, представлений на рис.2.6., який за допомогою 4-х магнітів поз.7 кріпиться на корпусі редуктора. Датчик під'єднаний до індикатора процесу поз.3, представленого на рис.2.7. Мотор-редуктор, який регулюється контролером, передає рух через муфту на вал редуктора. Під час роботи редуктора датчик температури замірює

температуру корпусу редуктора. Індикатор процесів аналізує і видає інформацію від датчика температури.

Креслення випробувального стенду наведено в графічній частині (ДП ПБ5118.1702.007 СК).

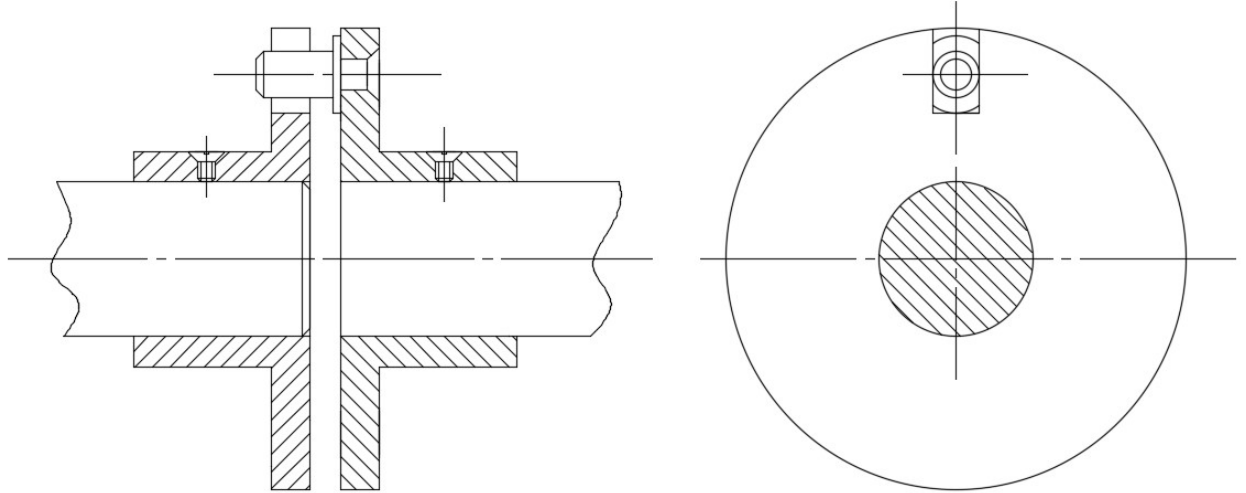


Рис.2.3. Ескіз муфти повідкової [16].

Допустимий перекіс валів повідкової муфти визначається за даною формулою [16]:

$$\alpha = \frac{z}{b} = \frac{0.015}{3} = 0.005 \text{ рад}$$

b – товщина дискового фланця полумуфти.



Рис.2.4. Асинхронний мотор-редуктор 4IK25RGN-C[17].

Характеристики мотор-редуктора

Передавальне число редуктора : 3, 3.6, 5 , 6 , 7.5 , 9, 12.5, 15 , 18, 25, 30, 36, 50, 60, 75, 90, 100, 120 , 150, 180, 200.

Швидкість обертання, об / хв.: 1200, 500, 417, 300, 250, 200, 166, 120, 100, 83, 60, 50, 41, 30, 25, 20, 16, 15, 12.5, 10, 8.3, 7.5.

Крутний момент, Н * м: 0.2 , 0.49, 0.58, 0.81, 0.97 , 1.2 , 1.5, 2.0, 2.4, 2.9, 3.7 , 4.4 , 5.3, 6.6, 7.9, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8 [17].

Потужність електродвигуна – 25 Вт.

Маркування електродвигуна –4IK25RGN-C.

Напруга живлення –1 фаза, 220 В 50 Гц.

Діапазон регулювання швидкості– 90 - 1400 об / хв..

Струм– 0.3 А.

Режим роботи тривалий – (S1).

Пусковий момент –88 мН * м.

Номінальний крутний момент –190 мН * м і 1200 об / хв,
47 мН * м і 90 об / хв..

Температура експлуатації – -10° + 40°.

Клас волого і пилозахисту –IP20 / IP54 [17].



Рис.2.5. Контролер швидкості мотор-редуктора US22B [18].

Контролер швидкості мотор-редуктора US22B призначений для управління асинхронними мотор-редукторами з регулюємим приводом [18]. В таблиці 2.1. наведені характеристики контролера.

Таблиця 2.1. Характеристики контролера швидкості US22B.

Модель	Напруга живлення	Максимальний струм, А	Потужність, Вт	Швидкість об/хв	Точність установки швидкості	Макс. час зупинки	Т°С Експлуатації
US22B	220В 50Гц	5	6-180	90/1400	3%	0.5 с	-10°С +50°С



Рис.2.6. Датчик температури OM1/E [19].

Характеристики датчика температури

- Напруга живлення 0-10 В: 24В AC / DC (+ 5%);
- Аналоговий вихід 0-10 В: 0 ... 10 В (3-х провід.), Хв. опір 100 кОм;
- Напруга живлення 4 20 мА: 10 ... 30В DC, $U_{bmin} = 10В + R_{load} * 0,02A$;
- Аналоговий вихід 4 20 мА: 4 ... 20 мА (2-х провід.) $R_a (Ом) = (U_v - 14В) / 0,02A$;
- Точність: + 0,2К + max. 3% від діапазону вимірювання;
- Діапазон вимірювання температури:
11 діапазонів вимірювання (вибираються вбудованим DIP-перемикачем);
- Діапазони:
 - -50 ... + 50 ° C, -50 ... + 150 ° C, -30 ... + 70 ° C, -20 ... + 50 ° C, -20 ... + 80 ° C, -20 ... + 120 ° C, -20 ... + 150 ° C, 0 ... + 50 ° C, 0 ... + 100 ° C, 0 ... + 150 ° C, 0 ... + 200 ° C (на вимогу можливі інші діапазони);

- Робоча температура електроніки: $-30 \dots + 70^{\circ} \text{C}$;
- Робочий діапазон вологості г.Н.: $0 \dots 98\% \text{ г.Н.}$, при відсутності конденсації;
- Клас захисту: IP65;
- Розміри: L 64 x W 58 x H 34,5 мм;
- Сертифікати: ГОСТ, CE, EMC відповідно до EN 61326-1 2006, EMV directive 89/336 / EWG;
- Температура зберігання: $-20 \dots + 50^{\circ} \text{C}$ [19].



Рис.2.7. Індикатор процесів AX350 [20].

Характеристики індикатора процесів

Електроживлення:

- 115 ... 230 В змінного струму, 50 ... 60 Гц;

Опція АО (Усі виходи / RS232)

4 керуючих виходи:

- Формат / рівень 5 ... 30 В пост. Струму (зовнішня напруга COM +), PNP;
- Вихідний струм макс. 200 мА;
- Час реакції $< 1 \text{ мс}$;

Аналоговий вихід:

- Вихідна напруга ± 10 В (макс. 2 мА) або вихідний струм 0/4 ... 20 мА (макс. 270 Ом);

- Дозвіл 16 біт (масштабується) соотв. ± 15 біт;

- Точність $\pm 0,1\%$.

Послідовний інтерфейс RS232:

- асинхронна передача даних;

- швидкість передачі 9600, 19200 або 38400 бод;

- протокол Locom.

Опція AR (всі виходи / RS485)

4 керуючих виходи:

- Формат / рівень 5 ... 30 В пост. Струму (зовнішня напруга COM +), PNP;

- Вихідний струм макс. 200 мА;

- Час реакції <1 мс;

Аналоговий вихід:

- Вихідна напруга ± 10 В (макс. 2 мА)⁴ або вихідний струм 0.4 ... 20 мА (макс. 270 Ом);

- Дозвіл 16 біт (масштабується) відпов. ± 15 біт;

- Точність $\pm 0,1\%$ [20].

Розрахунок температури корпусу

Максимальна температура корпусу редуктора при випробуваннях за максимальної потужності, яку здатен передати редуктор, розраховується за формулою [21]:

$$t_{\text{роб}} = \frac{(1-\eta)P_1}{K_T A(1+\Psi)} + 20^\circ;$$

$$t_{\text{роб}} = \frac{(1-0,77) \cdot 25}{3 \cdot 0,055(1+0,3)} + 20^\circ \approx 28,7^\circ; \quad (2.2)$$

η - ККД редуктора

P_1 - максимальна потужність, Вт

K_T - коефіцієнт природнього охолодження

A - площа поверхні корпусу, м^2

Ψ - коефіцієнт, який враховує відвід тепла з корпусу на іншу поверхню.

Таким чином $T^\circ\text{C}=28,7^\circ\text{C}$.

2.3. Стенд контрольний

Для виконання контрольної операції був спроектований контрольний стенд для контролю крутного моменту редуктора.

Стенд контролю крутного моменту редуктора, ескіз якого представлений на рис.2.8., складається з редуктора поз.1, який з'єднується з датчиком крутного моменту поз.3 та з мотор-редуктором муфтою поз.6. Мотор-редуктор, представлений на рис.2.4., з'єднаний із контролером швидкості поз.5. представленим на рис.2.5. Редуктор з'єднаний з плитою поз.9 4-ма гвинтами поз.12. Мотор-редуктор розміщений на підставці поз.7, яка закріплена на плиті 4-ма гвинтами поз.10. Датчик крутного моменту, який представлений на рис.2.9., розміщений на підставці поз.8. 4-ма гвинтами поз.11. Цей датчик з'єднаний з індикатором крутного моменту поз.4, представленим на рис.2.10. За допомогою контролера відбувається керування мотор-редуктором, який передає рух через датчик крутного моменту на редуктор. Датчик крутного моменту може вимірювати:

номінальний крутний момент, максимальне значення крутного моменту в динаміці, максимальне значення в динаміці до руйнування.

Креслення стану контрольного наведено в графічній частині (ДП ПБ51.1702.008 СК).

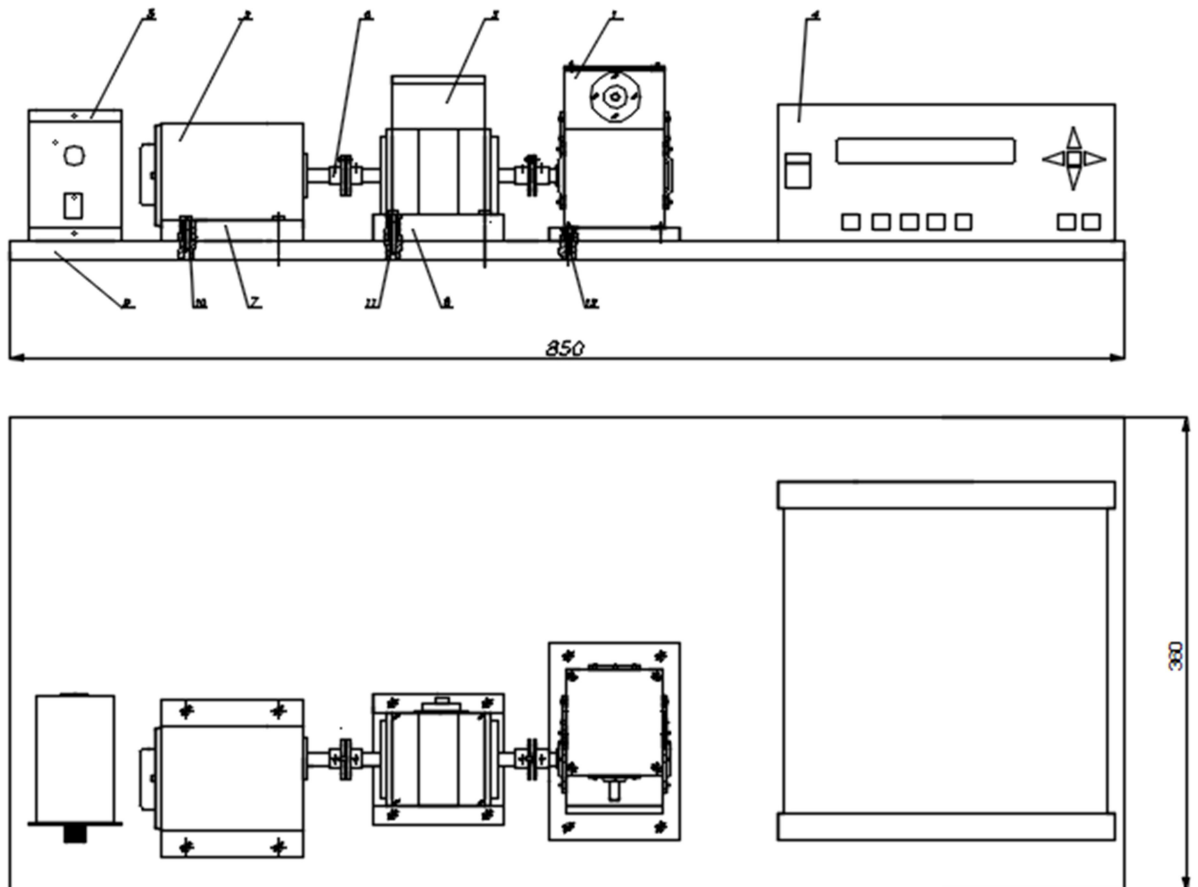


Рис.2.8 Ескіз стану контрольного



Рис.2.9. Датчик крутного моменту серії ТМ 307 [22].

Характеристики серії [22]:

- Межі вимірювання: від $0.1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ до $10.000 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
- Діапазон кутових швидкостей: не більше 50.000 оборотів в хвилину;
- Похибка вимірювань $<0,1\%$ (для датчиків ТМВ-серії $<0.15\%$, для датчиків серії ТМ301 $<0.2\%$);
- Рівень допустимих в процесі роботи перевантажень: 200% від номіналу;
- Рівень граничних перевантажень, за якими може послідувати пошкодження датчика: 500% від номіналу;
- Датчик містить перетворювач / нормалізатор сигналів кутової швидкості обертання і переданого крутного моменту для сумісності з вхідними інтерфейсами контролерів та інших засобів збору і обробки даних з датчиків;
- Не використовуються контактні кільця при зніманні даних;
- Всі сенсорні і електронні компоненти знаходяться на стаціонарних модулях поза обертових вузлів;
- Конструкція забезпечує практично повну ізоляцію від електричних перешкод;
- Допустимий розкид напруг електроживлення 20 - 32 В;
- Пряме вимірювання кутової швидкості (частоти обертання);
- Вбудована система самодіагностики;
- Регульоване фільтром низьких частот обмеження по частоті сигналу датчика крутного моменту;
- Відповідність вимогам щодо електромагнітної сумісності ЄС (ЕМС);
- Датчики калібруються відповідно до вимог стандартів Швейцарського федерального метрологічного центру METAS [22].



Рис.2.10. Індикатор крутного моменту 3411 [23].

Особливості [23]:

- Застосовується з датчиками крутного моменту Magtrol TM / TMHS / TMB /TF.
- Висока якість, легко читається вакуумний флуоресцентний дисплей.
- Відображення крутного моменту, швидкості і потужності
- Додавання імпульсного датчика з високою роздільною здатністю дозволяє використовувати індикатор для вимірювання при низьких оборотах і для вимірювання положення.
- Вибір англійської або метричної системи вимірювання
- Ізольований USB інтерфейс
- Можливість підключення через мережу Internet
- Крутний момент: доступний аналоговий вихід

Модель індикатора крутного моменту 3411 Дисплей призначений для використання з усіма датчиками крутного моменту Magtrol TM, TMHS, TMB і TF. Це простий у використанні пристрій для живлення датчиків, яке використовує високошвидкісну обробку для відображення крутного моменту, швидкості і механічної енергії.

Вона включає в себе функцію тарирування, щоб допомогти користувачеві компенсувати будь-які незначні залишкові моменти, викликані установкою муфт, підвішених вантажів. 3411 може також

використовуватися з будь-якими датчиками крутного моменту, які вимагають 24 В постійного струму (500 мА макс.) З вихідним сигналом ± 5 В постійного струму по крутний момент (± 10 В постійного струму, макс.) [23].

Розрахунок крутного моменту

Розрахунок крутного моменту на вихідному валу здійснюється за формулою [24]:

$$\begin{aligned} M &= \frac{9550 \cdot P \cdot i \cdot N}{K \cdot n_{ex}} = \\ &= \frac{9550 \cdot 0,025 \cdot 172 \cdot 0,77}{1 \cdot 250} = 126,48 \text{ Нм} \end{aligned} \quad (2.3)$$

P - потужність двигуна, кВт;

i – передаточне число;

N - коефіцієнт корисної дії редуктора (далі–ККД) редуктора;

K - коефіцієнт експлуатації;

n_{ex} - частота обертання вала двигуна, об/хв.

Таким чином отримуємо крутний момент на вихідному валу редуктора за відомої потужності двигуна, передаточного числа редуктора і ККД редуктора становить 126.48Нм.

Висновки до розділу

В даному розділі було спроектовано ручний прес для запресовки втулок у вал для забезпечення проведення складальних операцій. Зроблений опис конструкції та принцип роботи преса. Було проведено розрахунок сили запресування ручного пресу та сили затиску деталі.

Для забезпечення виконання випробувальної та контрольної операції було спроектовано стенд для обкатки редуктора та вимірювання температури корпусу редуктора. Зроблено опис конструкції стенда. Наведено технічні характеристики двигуна, контролера двигуна, датчика температури та індикатора процесів. Приведено ескіз з'єднувальної повідкової муфти для сполучення валів двигуна та редуктора. Було проведено розрахунок температури корпусу редуктора.

Також було спроектовано стенд для контролю крутного моменту редуктора. Приведено опис конструкції такого стенда, наведено технічні дані двигуна, датчика крутного моменту, індикатора крутного моменту. Було зроблено розрахунок крутного моменту на вихідному валу редуктора.

Таким чином в результаті проектування було отримано креслення : пресу ручного, випробувального та контрольного стендів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті вирішуються задачі та проблеми, що виникають при розробці ділянки цеху складання редуктора черв'ячно-циліндричного.

В ході роботи було проведено аналіз виробу, описано його принцип роботи та застосування. Були проведені необхідні розрахунки. Важливим етапом було проектування технологічного процесу складання на основі схем складання.

Було спроектовано необхідне обладнання для забезпечення складання, контролю та випробувань редуктора. В проекті була розглянута проблема автоматизації виробництва.

В конструкторському розділі проекту було розглянуто питання проектування преса для запресовки втулок у вал та стендів для випробування і контролю редуктора для забезпечення операцій складання, випробування та контролю. Здійснені описи конструкцій стендів, їх принцип роботи, надано характеристики складових частин стендів. На основі розрахунків кількості робочих місць, вибраного обладнання, була спроектована ділянка цеху складання редуктора.

Таким чином в ході роботи був пройдений весь етап від аналізу даних про виріб до проектування ділянки цеху складання редуктора.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальні відомості про зубчаті передачі. [Електронний ресурс].URL: https://studopedia.su/6_20363_zastosuvannya-zubchastih-peredach-ta-ihnya-klasifikatsiya.html.
2. Загальні відомості та класифікація черв'ячних передач. [Електронний ресурс].URL: http://elib.lutsk-ntu.com.ua/book/mbf/olk_i_tmm/2011/11-45/page27.html.
3. Общие технические требования к редукторам. [Електронний ресурс].URL: <https://reduktor.ru/images/trebovaniy.pdf>.
4. Руководство по эксплуатации и обслуживанию.[Електронний ресурс].URL: http://itopro.com.ua/f/var/rukovodstvo_var.pdf.
5. Румбешта В.О.. Технологія складання, регулювання та випробування приладів,2013–К.;с. 360.
6. Класифікація технологічних процесів. [Електронний ресурс].URL: <https://studopedya.ru/1-44119.html>.
7. Автоматичний гайковерт. [Електронний ресурс].URL:<http://www.qualitet.su/?id=11468>
8. Ванна для промивки деталей. [Електронний ресурс].URL: <https://www.grandinstrument.ua/trg4001-40/>.
9. Шафа сушильна серії СВП. [Електронний ресурс].URL: <http://cphem.com/product/vakuumnyie-sushilnyie-shkafyi-serii-svp>.
10. Комплектувальний стіл [Електронний ресурс].URL: <https://gk-radmir.ru/p308998073-verstak-slesarnyj-tvr.html>.
11. Стіл слюсаря-складальника KronVuz Pro WP-1103-SD. [Електронний ресурс].URL: <http://steelockers.ru/product/stol-slesarja-sborshhika-kronvuz-pro-wp-1103-sd/>.
12. Організація автоматизованого виробництва. [Електронний ресурс].URL:https://pidruchniki.com/13820328/ekonomika/organizatsiya_avtomatizovanogo_virobnitstva.

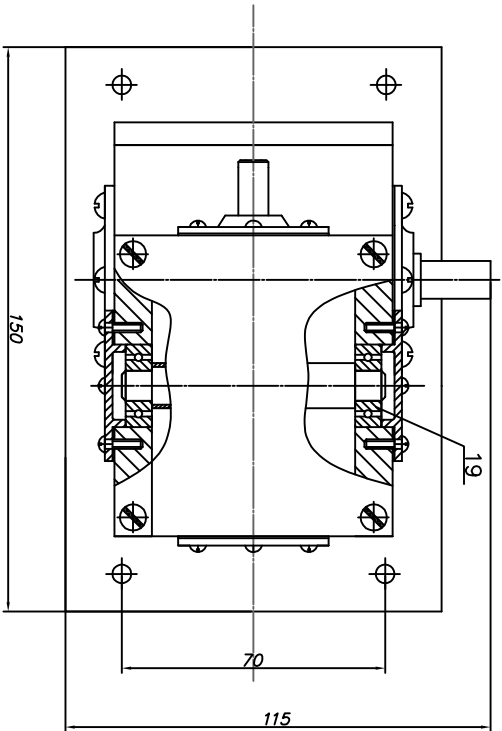
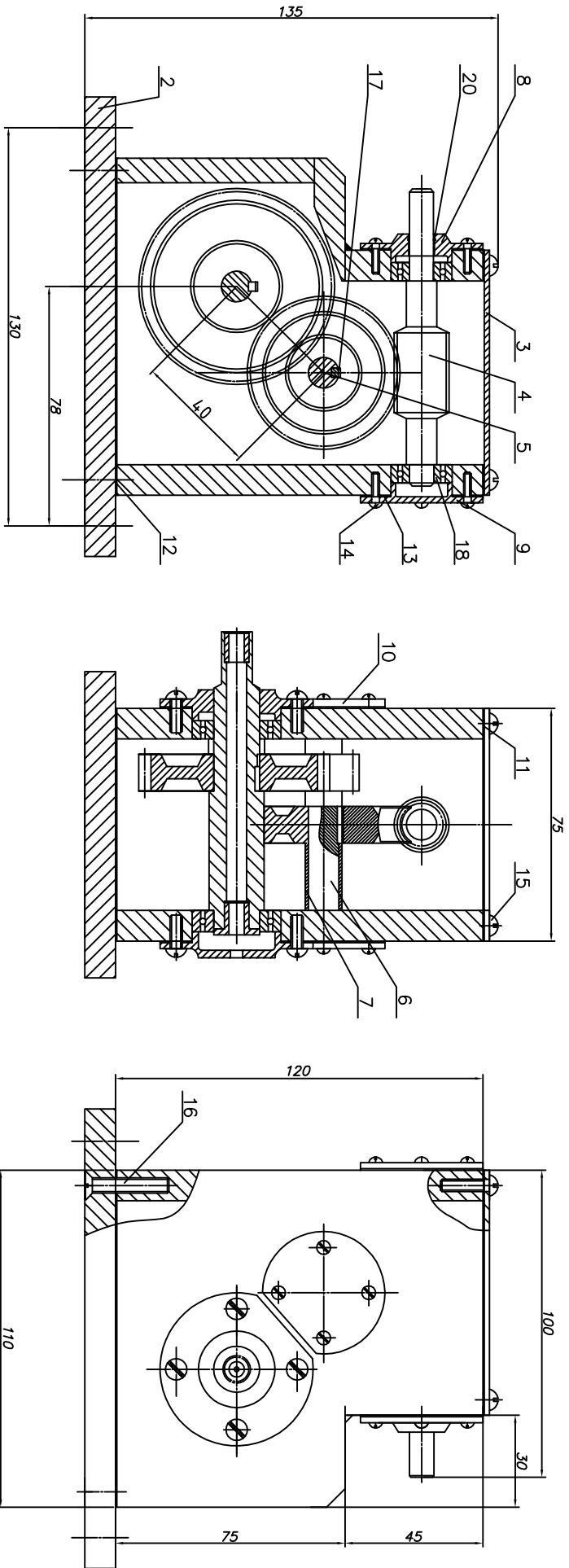
13. Розрахунки розмірних ланцюгів. [Електронний ресурс].URL: https://studbooks.net/616000/tovarovedenie/rozrahunki_rozmirnih_lantsyugiv.
14. Технология машиностроения. Нормирование сборочных операций. Методические указания / Сост. В.Е. Авраменко, Е.Г. Зеленкова; Политехнический институт СФУ. Красноярск, 2010.
15. Расчет эксцентривого зажима. [Електронний ресурс].URL: https://alexfl.pro/inform/inform_raschet32.html.
16. Справочник конструктора точного приборостроения. Под. ред. Ф.Л. Литвина. М.-Л.: Машиностроение, 1964 – 944с.
17. Асинхронный мотор-редуктор 4IK25RGN-C. [Електронний ресурс].URL: <http://www.sirius-drive.ru/4IK-R-25W.html>.
18. Контролер швидкості мотор-редуктора US22B. [Електронний ресурс].URL: http://www.sirius-drive.ru/pdf/Speed_controllers.pdf.
19. Датчик температуры OM1/E.[Електронний ресурс].URL: http://www.vec-ing.ru/uploaded/om1_e.pdf.
20. Индикатор процесів AX350.[Електронний ресурс].URL: <https://www.motrona.com/en/products/digital-indicators/panel-meters-indicators/ax350-options-for-touchmatrixr-process-indicators.html>.
21. Тепловий розрахунок. [Електронний ресурс].URL: <https://studfiles.net/preview/5584346/page:6/>.
22. Датчик крутного моменту серії TM307.[Електронний ресурс].URL: http://www.magtrol.ru/files/torque/TM_301-308_datasheet.pdf.
23. Индикатор крутного моменту 3411.[Електронний ресурс].URL:<http://www.magtrol.ru/files/3410/3411%20data.pdf>.
24. Розрахунок та вибір редуктора. [Електронний ресурс].URL: <http://reduktor-union.ru/reduktor.raschet.html>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А. Специфікації до креслень

ДОДАТОК Б. Карти технологічного процесу складання

ДОДАТОК В. Графічна частина дипломного проекту



Технічні характеристики

Передаточні відношення ступенів редуктора
— черв'ячної передачі $u=50$;
— зубчастої передачі $u=3,44$;
Мінімальний крутний момент вихідного валу — 113 Нм.
Максимальний крутний момент вихідного валу — 235 Нм.
Максимальна частота обертання вихідного валу — $n=250$ об/хв.
Мінімальна передаточна потужність — 0,012 кВт.
Максимальна передаточна потужність — 0,04 кВт.
Коефіцієнт корисної дії — $\eta=0,77$.

Інв. № справ.	Пізн. і гата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Пізн. і гата	Справ. №	Перш. примір.
---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------

Вих. інв.	№ документа	Лист	Дата	ДП ПБ5118.1702.001 СК	Лист	Маса	Масштаб
Розроб	Виконав	Лист	Дата	Редуктор черв'ячно-циліндричний	Лист	Маса	Масштаб
Перев.	Вислуж.	Лист	Дата	Дарчук Т.І.	Лист	Маса	Масштаб
Н.Конт.	Лист	Лист	Дата	ПБФ, 4 курс	Лист	Маса	Масштаб

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ДП ПБ5118.1702.001 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ДП ПБ5118.1702.002 СК	Корпус в складі	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	ДП ПБ5118.1702.001.002	Основа	1	
		3	ДП ПБ5118.1702.001.003	Кришка	1	
		4	ДП ПБ5118.1702.001.004	Черв'як	1	
		5	ДП ПБ5118.1702.001.005	Колесо черв'ячне	1	
		6	ДП ПБ5118.1702.001.006	Вал-шестерня	1	
		7	ДП ПБ5118.1702.001.007	Втулка	1	
		8	ДП ПБ5118.1702.001.008	Кришка	1	
		9	ДП ПБ5118.1702.001.009	Кришка	1	
		10	ДП ПБ5118.1702.001.010	Кришка	2	
		11	ДП ПБ5118.1702.001.012	Прокладка	1	
		12	ДП ПБ5118.1702.001.012	Прокладка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		13		Прокладка	1	
				ГОСТ 15180-86		

					ДП ПБ5118.1702.001 СП					
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата						
Розроб.		Сорочинський Д.Д.			Редуктор черв'ячно-циліндричний			Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Вислоух С.П.							1	2
Т.Контр.								ПБФ, 4 курс		
Н.Контр.										
Затвер.										

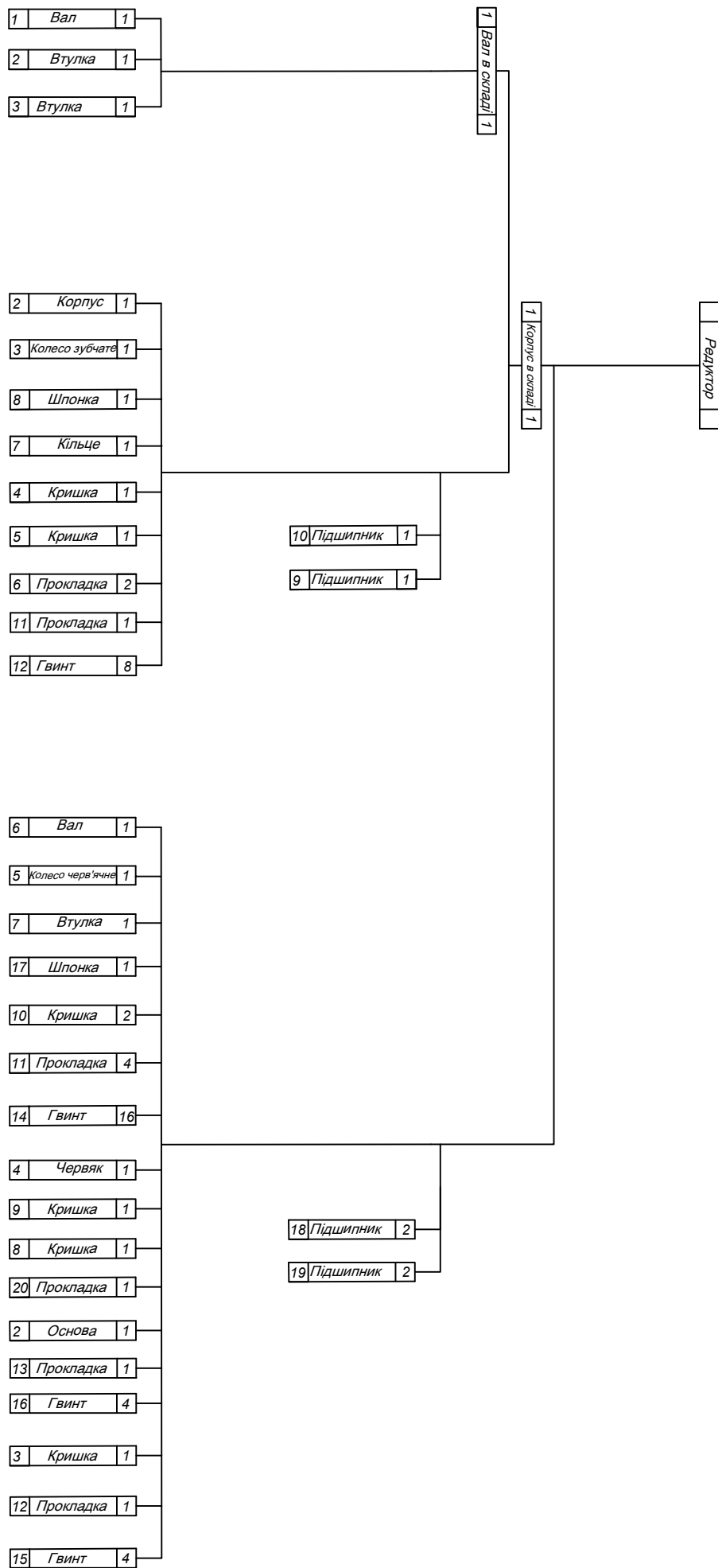
[illegible]

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ДП ПБ5118.1702.002 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ДП ПБ5118.1702.003 СК	Вал в складі	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	ДП ПБ5118.1702.002.002	Корпус		
		3	ДП ПБ5118.1702.002.003	Колесо зубчате	1	
		4	ДП ПБ5118.1702.002.004	Кришка	1	
		5	ДП ПБ5118.1702.002.005	Кришка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		6		Прокладка	2	
				ГОСТ 15180-86		
		7		Кільце	1	
				ГОСТ 9833-73		
		8		Шпонка	1	
				ГОСТ 23360-78		
		9		Підшипник	1	
				ГОСТ 8338-75		
		10		Підшипник	1	
				ГОСТ 8338-75		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ДП ПБ5118.1702.002 СП	
Розроб.		Сорочинський Д.Д.			Корпус в складі	
Перев.		Вислюх С.П.				
Т.Контр.						
Н.Контр.						
Затвер.						
					Літера	Аркуш
						1
						2
					ПБФ, 4 курс	

[illegible]

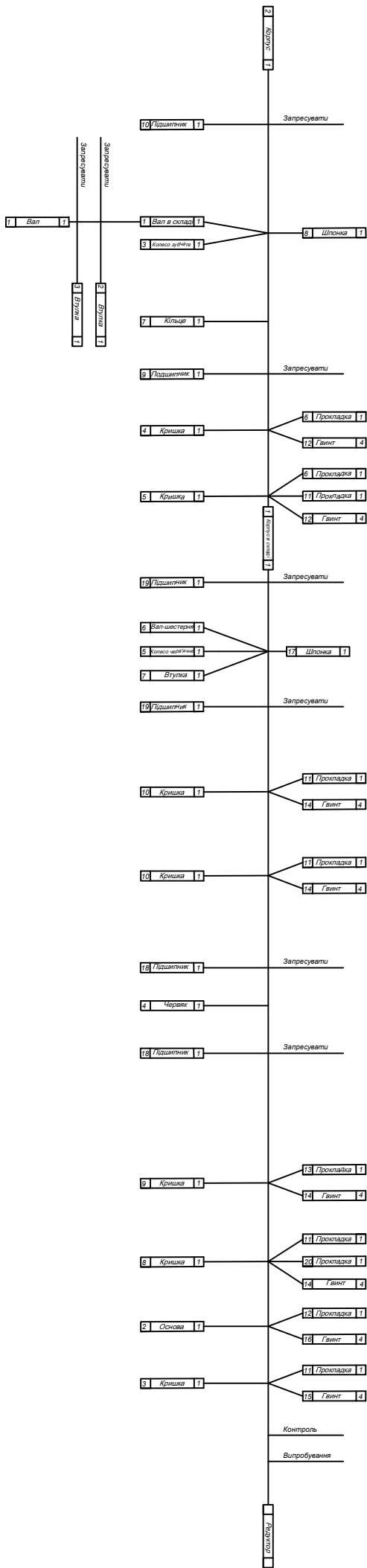
Анн. N° 1	Анн. N° 2	Анн. N° 3	Анн. N° 4	Анн. N° 5	Анн. N° 6	Анн. N° 7	Анн. N° 8	Анн. N° 9	Анн. N° 10	Анн. N° 11	Анн. N° 12	Анн. N° 13	Анн. N° 14	Анн. N° 15	Анн. N° 16	Анн. N° 17	Анн. N° 18	Анн. N° 19	Анн. N° 20	Анн. N° 21	Анн. N° 22	Анн. N° 23	Анн. N° 24	Анн. N° 25	Анн. N° 26	Анн. N° 27	Анн. N° 28	Анн. N° 29	Анн. N° 30	Анн. N° 31	Анн. N° 32	Анн. N° 33	Анн. N° 34	Анн. N° 35	Анн. N° 36	Анн. N° 37	Анн. N° 38	Анн. N° 39	Анн. N° 40	Анн. N° 41	Анн. N° 42	Анн. N° 43	Анн. N° 44	Анн. N° 45	Анн. N° 46	Анн. N° 47	Анн. N° 48	Анн. N° 49	Анн. N° 50	Анн. N° 51	Анн. N° 52	Анн. N° 53	Анн. N° 54	Анн. N° 55	Анн. N° 56	Анн. N° 57	Анн. N° 58	Анн. N° 59	Анн. N° 60	Анн. N° 61	Анн. N° 62	Анн. N° 63	Анн. N° 64	Анн. N° 65	Анн. N° 66	Анн. N° 67	Анн. N° 68	Анн. N° 69	Анн. N° 70	Анн. N° 71	Анн. N° 72	Анн. N° 73	Анн. N° 74	Анн. N° 75	Анн. N° 76	Анн. N° 77	Анн. N° 78	Анн. N° 79	Анн. N° 80	Анн. N° 81	Анн. N° 82	Анн. N° 83	Анн. N° 84	Анн. N° 85	Анн. N° 86	Анн. N° 87	Анн. N° 88	Анн. N° 89	Анн. N° 90	Анн. N° 91	Анн. N° 92	Анн. N° 93	Анн. N° 94	Анн. N° 95	Анн. N° 96	Анн. N° 97	Анн. N° 98	Анн. N° 99	Анн. N° 100
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------



№ п/п	№ документа	Инициалы	Подпись	Дата	ДЛЯ ПЕ5118:1702.004 СХ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					

Инд. N° погн	Погн у гана	Боак инд. N°	Инд. N° грѣс	Погн у гана

Среды №	Период времени



№ п/п	№ документа	Инициалы	Подпись	Дата	ДЛЯ ПЕ5118.1702.005 СХ
1					
2					
3					
4					Технологическая схема складов
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					ПБФ, 4 курс
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					
109					
110					
111					
112					
113					
114					
115					
116					
117					
118					
119					
120					
121					
122					

Дубл.				
Взам.				
Подл.				

НТУУ "КПІ" ім. Ізоря Сукорського		Редуктор червячно-циліндричний		10	1
				0	

Министерство образования и науки Украины

СОГЛАСОВАНО
Представитель заказчика

УТВЕРЖДАЮ
Главный технолог
Вислюх С.П.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
Сборки редуктора червячно-цилиндрического

Гл. конструктор

Нач. ТБ
Андрешко Е.И.

Ведущий технолог

Сорочинский Д.Д.

Нач. ТБ

Кулик К.А.

Акт N от
Руководство №

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

ФОРМА 1

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

[illegible]

Только для некоммерческого использования !

FOCT 3.1404-86

форма 1а

Δγδλ.			
Β3αμ.			
Ποδλ.			

[illegible]02088.47906250088.47906

A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код	Обозначение документа											
	Код, наименование операции					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп.	Тпз.	Тшп	
Б	Код, наименование оборудования																
Р						ПМ	Д	уч	В		†	і		§	п	у	

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
ПН	В	В	Л		1	1		5	п	у

A 01	015	0418	КОМПЛЕКТОВАНИЕ
------	-----	------	----------------

Б 02	Рабочий стол
------	--------------

→

0.073.12

1. Комплектовать детали согласно схеме сборочного состава.

Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87	Т 04
--	------

05	
----	--

06

A 07	020	8800	C60PKA
------	-----	------	--------

Б 08	Пресс ручной
------	--------------

→

0.0080.62

0 09	1. Запрещено да се носи и да се носи.
------	---------------------------------------

10	перемкну хлонтато-оумажные	100	500/-8/
----	----------------------------	-----	---------

[illegible]

0 12	2. Запрещено да се носи в бан по ст. 1.
------	---

Т 13	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
------	--

0	15	3. Контролировать качество сборки внешним осмотром.
---	----	---

17	
----	--

КТП	Курсы технического процесса
Таблица для некоммерческого использования	

Редактор черв'ячно-цилиндрический.adm

3

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

форма 1а

[illegible]02088.47906

5

50088.47906

A	Цех	Уч.	PM	Длер.	Kод, наименование операции	Обозначение документа										
B	Kод, наименование оборудования					CM	Проф.	P	УТ	KP	KOИД	ЕН	ОП	Kшм.	Тпз.	Тшм
P						ПИ	0	уч	B		т	i		S	п	у

A 01	025	8800	C50PKA
------	-----	------	--------

Б 02	Пресс ручной	1	0.08	6.15
------	--------------	---	------	------

0 03	1. Запрессовать подшипник поз.10 в корпус поз.2.	0.013	0.15
------	--	-------	------

Т 04	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87		
------	--	--	--

05	

0 06	2. Запресобдѣлать шпанку поз.8 на вал в сѣоре поз.1. Установѣлть на вал в сѣоре поз.1 кольцо зубчатое поз.3,
------	--

07	установить вал в сборе в корпус поз.2.	0.026	0.29
----	--	-------	------

Т 08	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87		
------	--	--	--

[illegible]

0 10	3. Установить кольцо поз.7 на вал в сборе поз.1.	0.006	0.07
0			

Т 11	Сл. Пнцел				
------	-----------	--	--	--	--

12	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87		
----	--	--	--

12				
13				

0 14	4. Запресободать подшпикник поз.9 в корпус поз.2.	0.013	0.15

Т 15	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87			
------	--	--	--	--

16	
----	--

0 17	5. Установить крышку поз.4 на предварительно установленную прокладку поз.6, закрепить 4-мя винтами поз.12.
------	--

КТП	карта технологического процесса	Редактор червячно-цилиндрической.аdm	4
Таблица для некоммерческого использования			

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

форма 1а

Аудл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

02088.47906

4

[illegible]

A	Цех	Уч.	PM	Длер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм				
Р						ПИ		О	или	В		Г		!		5		п		у

0.1	0.13	1.55
-----	------	------

Т 02	С/Л. Автоматический запуск Q560P3			
------	-----------------------------------	--	--	--

03	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87	1	
03	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87		

	04
--	----

0 05	6. Установить крышку поз. 5 и прокладку поз.11, на предварительно установленную прокладку поз.6. закрепить 4-мя винтами		
06	поз. 12.	0.14	1.62

Т 07	С/Л. Автоматический запуск QS60P3			
------	-----------------------------------	--	--	--

08	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87	1	
08	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87		

60	

0 10	7. Контролировать качество сборки внешним осмотром.	0.136	1.52
------	---	-------	------

[illegible]

12			

A 13	030 8800 СБОРКА			
------	-----------------	--	--	--

б 14	Пресс ручной	1	0.19	14.74
------	--------------	---	------	-------

0 15	1. Запрессовать подшипник поз.19 в корпус в сборе поз.1.	0.013	0.15
------	--	-------	------

Т 16	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
------	--

17	
----	--

Только для некоммерческого использования!

КТП Карма технологического процесса
Только для некоммерческого использования!

Редактор червячно-цилиндрический.adm

5

~~Только для некоммерческого использования~~

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

ФОРМА 1а

Ақбұл.			
Бірақ.			
Тіпті.			

[illegible]02088.47906

5

50088.47906

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшм.	Тпз.	Тшм
P						ПИ	0	УД	В		1			3		У

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тнз.	Тшм
ПИ	О	или	В	Л	т	і		5	п	у

0 01	2. Запрессовать шланку поз.17 на вал-шестерню поз.6. Установить втулку поз.7 на вал-шестерню поз.6, предварительно
02	установив колесо червячное поз.5.

Т 03	с/л. Пинцем
------	-------------

Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87

05

0 06	3. Запрессовать подшипник поз.19 в корпус в сборе поз.1.	0.013	0.15
------	--	-------	------

Т 07	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
------	--

[illegible]

0 09	4. Установить крышку поз.10 на предварительно установленную прокладку поз.11, закрепив 4-мя винтами поз.14.
0 09	

10	0.103	1.15
----	-------	------

Т 11	С/л. Абсолютный заёмдерм Q560P3
------	---------------------------------

12 Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87

15

0 14	5. Установить крышку поз.10 на предварительно установленную прокладку поз.11, закрепив 4-мя винтами поз.14.
------	---

15	0.103	1.15
----	-------	------

Т 16	С/1. Автоматический запуск DS60P3
------	-----------------------------------

17 Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87

КТП	Карта технологического процесса	Редуктор червячно-цилиндрический.адм	6
Таблица для коммерческого использования			

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

форма 1а

[illegible]02088.4790650088.47906

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Kод, наименование операции	Обозначение документа											
B	Kод, наименование оборудования					CM	Проф.	P	УТ	KP	KOИД	ЕН	ОП	Kшм.	Тпз.	Тшм	
P						ПИ	Д	уч	В		т	і		S	п	у	

I

—

— •

1000

2

1	
---	--

 ∇

0 01	6. Запресовать подшипник поз.18 в корпус в сборе поз.1.
------	---

Т 02	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
------	--

03	
----	--

7. Установить червяк в корпус в сборе поз.1.

Т 05	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
------	--

06

8. Запрещеномь подшникъ поз.18 в корнц в сѣре поз.1.

Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87	Т 08
--	------

60

9. Установить крышку поз.9 на предварительно установленную прокладку поз.13, закрепив 4-мя винтами поз.14.

11	0.103	1.15
11		

Т 12	С/А. Абмоматуекуй заукорем QS60P3
------	-----------------------------------

13 Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87

14

10. Установить крышку поз.8 и прокладкой поз.20 на предварительно установленную прокладку поз.11, закрепить 4-мя

16	Витамину поз.14.	0.109	1.22
----	------------------	-------	------

Т 17	С/л. Абсолютный заёмдерм Q560P3
------	---------------------------------

КТП	Карта технологического процесса
-----	---------------------------------

Редуктор червячно-цилиндрический.аdpt

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

ГОСТ 3.1404-86

форма 1а

[illegible]02088.47906

7

50088.47906

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование обороты					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм
P						ПМ	0	УД	В		1		1		3	

Т 01	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
------	--

02

0 03	11. Установить основную предварительно прокладку поз.15, закрепив 4-мя винтами поз.16.
0 03	

0.4	0.15	1.75
-----	------	------

Т 05	С/л. Абмонтамучекуй зайкодерм Q560P3
------	--------------------------------------

Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87 06

12. Установить крышку поз.3 на предварительно установленную прокладку поз.12, закрепив 4-мя винтами поз.15.

09	0.15	1.75
----	------	------

	С/А. Администрация закладов Q560P3
T 10	

11	Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87
----	--

0 13	13. Контроль качества сборки внешним осмотром.	0.33	3.68
------	--	------	------

17	
----	--

[illegible]

КТП	Карта технологического процесса	Редактор червячно-цилиндрический.adm	В
Таблица для коммерческого использования			

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

FOCT 3.1404-86

форма 1а

Аудит.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]02088.4790650088.47906

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшм.	Тпз.	Тшм	
P						ПИ	0	УД	В		Л	Т	И	З	П	У	

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм
ПИ	О	или	В		т	и		з	п	у

A 01	035	0600	ИСПЫТАНИЯ
------	-----	------	-----------

Станд	испытательный
Б 02	

→

1. Провести обкатку редуктора и контрольную температуру корпуса в течение 15 часов.

05

А 06	040 0200 КОНТРОЛЬ
------	-------------------

BT 48; BT 242

Б 07	Станд контрольный
------	-------------------

12920 2-5

→

0.9 34.5

0 08	1. Контролировать критящий момент редуктора. Процент контроля 100%.
------	---

2.7 30

60	

[illegible][illegible]

12	

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	
61	
62	
63	
64	
65	
66	
67	
68	
69	
70	
71	
72	
73	
74	
75	
76	
77	
78	
79	
80	
81	
82	
83	
84	
85	
86	
87	
88	
89	
90	
91	
92	
93	
94	
95	
96	
97	
98	
99	
100	

\bar{u}	
\bar{z}	

[illegible]

Только для некоммерческого использования !

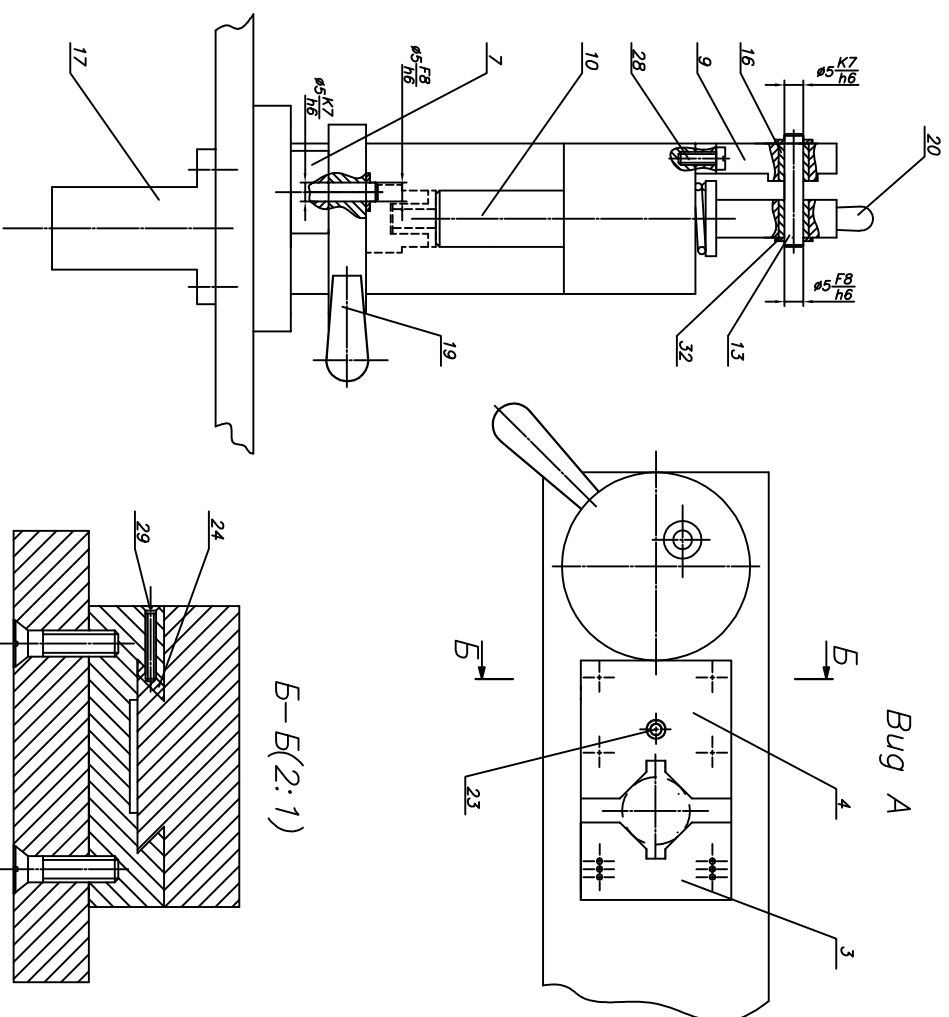
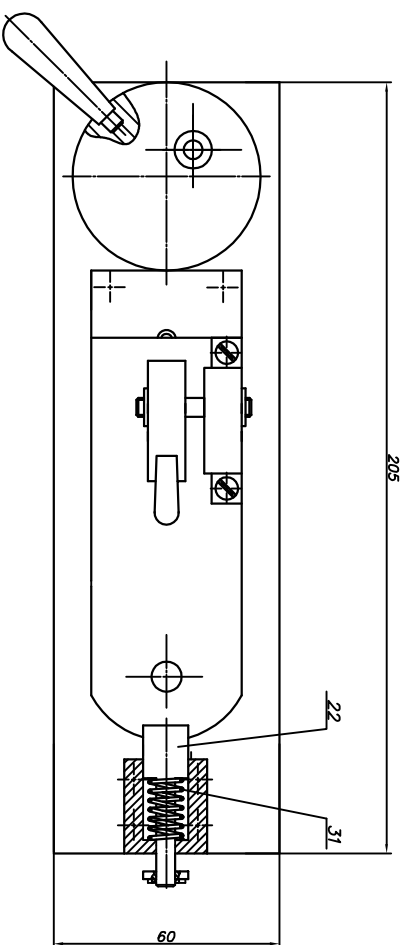
КТП Карма технологического процесса
Только для некоммерческого использования

Редактор червячно-цилиндрический.adm

6

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

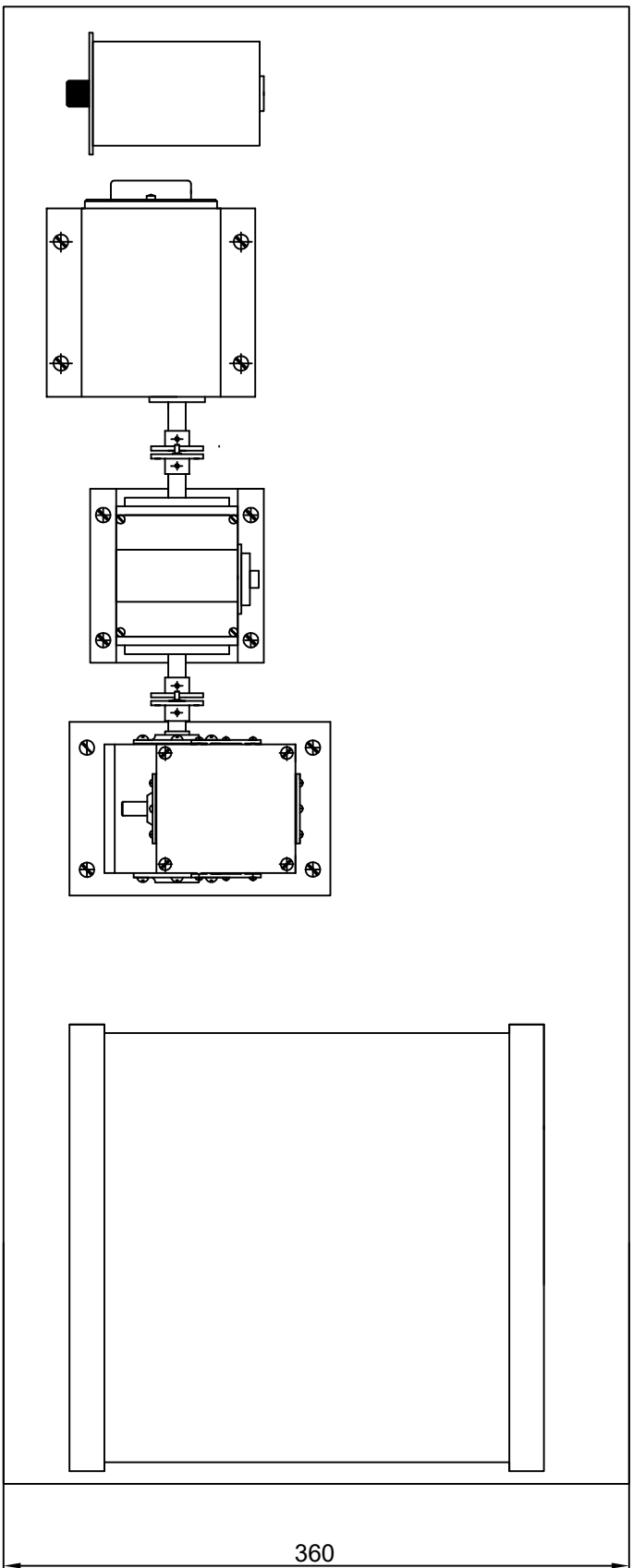
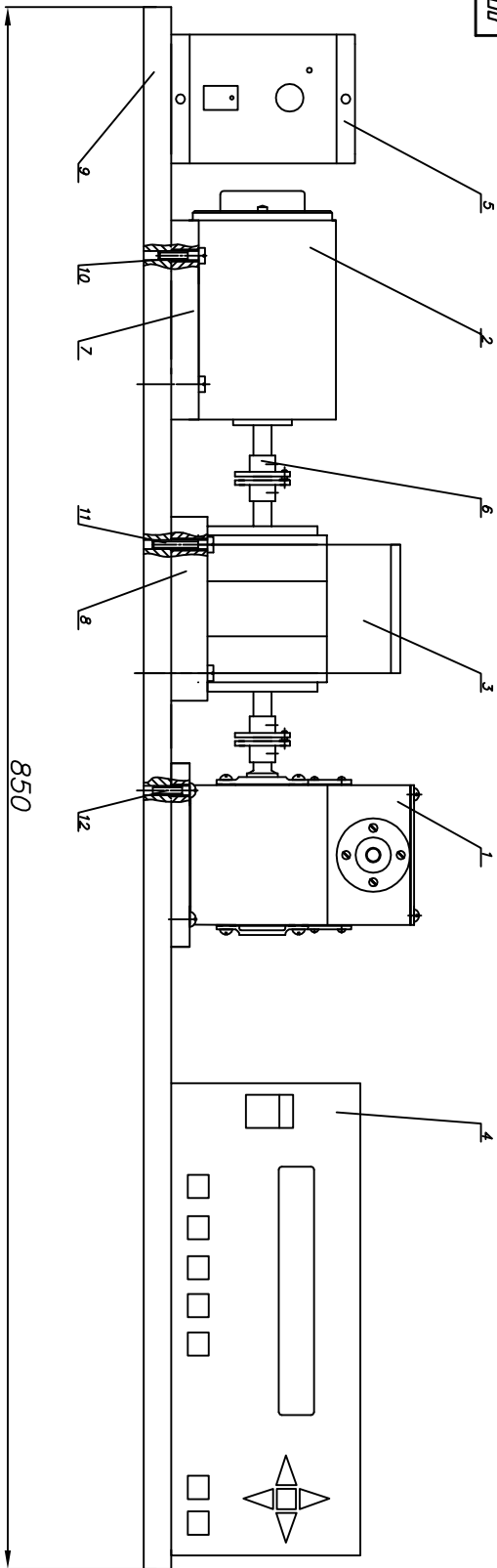
Только для некоммерческого использования !

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	При- мітка
				Документація		
A1			ДП ПБ5118.1702.006 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	ДП ПБ5118.1702.006.001	Основа	1	
		2	ДП ПБ5118.1702.006.002	Плита	1	
		3	ДП ПБ5118.1702.006.003	Призма	1	
		4	ДП ПБ5118.1702.006.004	Призма рухома	1	
		5	ДП ПБ5118.1702.006.005	Основа	1	
		6	ДП ПБ5118.1702.006.006	Ексцентрик	1	
		7	ДП ПБ5118.1702.006.007	Основа	1	
		8	ДП ПБ5118.1702.006.008	Ексцентрик	1	
		9	ДП ПБ5118.1702.006.009	Стійка	1	
		10	ДП ПБ5118.1702.006.010	Пуансон	1	
		11	ДП ПБ5118.1702.006.011	Корпус фіксатора	1	
		12	ДП ПБ5118.1702.006.012	Вісь	1	
		13	ДП ПБ5118.1702.006.013	Вісь	1	
		14	ДП ПБ5118.1702.006.014	Вісь	1	
		15	ДП ПБ5118.1702.006.015	Втулка	1	
		16	ДП ПБ5118.1702.006.016	Втулка	1	
		17	ДП ПБ5118.1702.006.017	Упор	1	
		18	ДП ПБ5118.1702.006.018	Упорний елемент	1	
		19	ДП ПБ5118.1702.006.019	Ручка	1	
		20	ДП ПБ5118.1702.006.020	Ручка	1	
		21	ДП ПБ5118.1702.006.021	Ручка	1	
				ДП ПБ5118.1702.006 СП		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Да-	Прес ручний	
Розроб.		Сорочинський Д.Д.				
Перев.		Вислоух С.П.				
Т.Контр.						
Н.Контр.						
Затвер.					ПБФ, 4 курс	
					Літера	Аркш
						2

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ДП ПБ5118.1702.007 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ДП ПБ5118.1702.007.001	Редуктор	1	
		2	ДП ПБ5118.1702.007.002	Мотор-редуктор	1	
		3	ДП ПБ5118.1702.007.003	Індикатор процесів	1	
		4	ДП ПБ5118.1702.007.004	Контролер швидкості	1	
		5	ДП ПБ5118.1702.007.005	Датчик температури	1	
		6	ДП ПБ5118.1702.007.006	Муфта повідкова	1	
				<u>Деталі</u>		
		7	ДП ПБ5118.1702.007.007	Магніт	4	
		8	ДП ПБ5118.1702.007.008	Підставка	1	
		9	ДП ПБ5118.1702.007.009	Плита	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Гвинт М5х22	4	
				ГОСТ 1491-80		
		11		Гвинт М5х20	4	
				ГОСТ 17473-80		
				ДП ПБ5118.1702.007 СП		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.		Горачинський Д.Д.				
Перев.		Вислюх С.П.				
Т.Контр.						
Н.Контр.						
Затвер.						
					Літера	
					Аркуш	
					Аркушів	
					1	
					1	
					ПБФ, 4 курс	

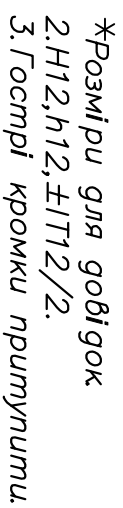


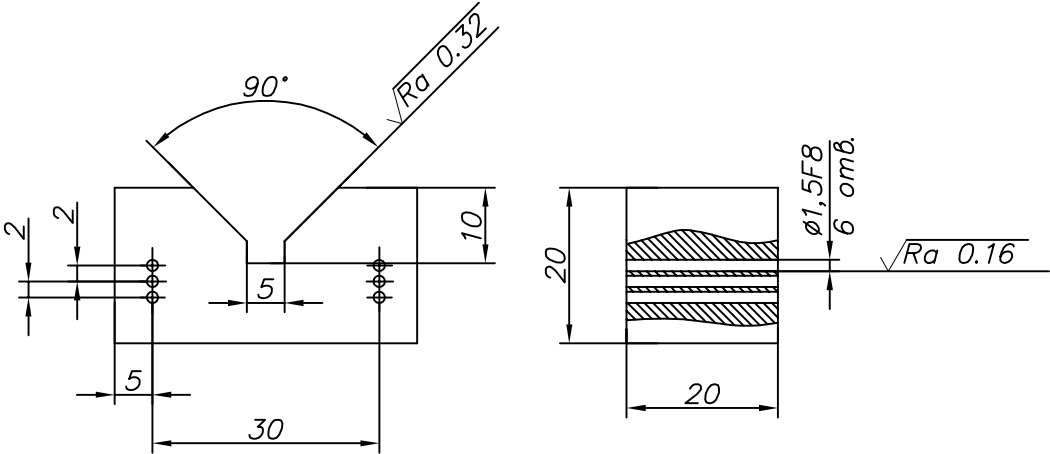
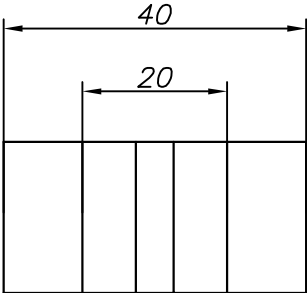
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Схем. №	Перв. примен.

Вып. инж.	И. В. Виноградов	Литра	Литра	ДП	СК
Разработ	Специальный отдел	Литра	Литра	ДП	СК
Перед	Висюль СИ	Литра	Литра	ДП	СК
И. Конст.		Литра	Литра	ДП	СК
Стенд					ДП ПБ5118.1702.008 СК
Контрольный					ДП ПБ5118.1702.008 СК
Деталь					Деталь
Масштаб					1:2
Деталь					Деталь
ПБФ, 4 курс					ПБФ, 4 курс

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A2			ДП ПБ5118.1702.008 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ДП ПБ5118.1702.008.001	Редуктор	1	
		2	ДП ПБ5118.1702.008.002	Мотор-редуктор	1	
		3	ДП ПБ5118.1702.008.003	Датчик кр. моменту	1	
		4	ДП ПБ5118.1702.008.004	Індикатор кр. моменту	1	
		5	ДП ПБ5118.1702.008.005	Контролер швидкості	1	
		6	ДП ПБ5118.1702.008.006	Муфта повідкова	2	
				<u>Деталі</u>		
		7	ДП ПБ5118.1702.008.007	Підставка	1	
		8	ДП ПБ5118.1702.008.008	Підставка	1	
		9	ДП ПБ5118.1702.008.009	Плита	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Гвинт М5х22	4	
				ГОСТ 1491-80		
		11		Гвинт М5х30	4	
				ГОСТ 1491-80		
		12		Гвинт М5х20	4	
				ГОСТ 17473-80		
				ДП ПБ5118.1702.008 СП		
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Стенд контрольний	
Розроб.		Горочинський Д.Д.				
Перев.		Вислоух С.П.				
Т.Контр.						
Н.Контр.						
Затвер.					ПБФ, 4 курс	
					Літера	Аркуш
						1
						1

[illegible]

Справ. №		Перш. примін.		ДП ПБ5118.1702.006.003					$\sqrt{Ra} \ 6.3 \ (\checkmark)$								
Пізн. і дата		Інв. N дубл.		Взам. інв. №		<div></div>											
						<div></div>											
						<div><p>1. H12, h12, ±IT12/2.</p><p>2. Гострі кромки притупити.</p></div>											
Пізн. і дата		Вим. Арк.		№ докум.		Пізн.		Дата		ДП ПБ5118.1702.006.003							
Інв. № справ.		Розробив		Сорочинський Д.Д.						Призма		Лім.		Маса		Масштаб	
		Перевірів		Вислюх С.П.												1:1	
		Т.контр.										Аркуш		Аркушів			
		Н.контр.										Сталь 45 ГОСТ 1577-93		ПБФ, 4 курс			
		Затв.															

Справ. №		Перш. примін.		ДП ПБ5118.1702.006.010		$\sqrt{Ra} \ 6.3 \ (\checkmark)$	
Пізн. і дата		Інв. № дубл.		Взам. інв. №		Пізн. і дата	
Інв. № справ.		Т.контр.		Н.контр.		Затв.	
Вим. Арк.		№ док. ум.		Пізн.		Дата	
Розробив		Сорочинський Д.Д.					
Перевірів		Вислюх С.П.					
Лім.		Маса		Масштаб			
Аркуш		Аркушів		ПБФ, 4 курс			
Сталь 45 ГОСТ 1577-93							
Пуансон							
ДП ПБ5118.1702.006.010							

70*

1x45°

$\sqrt{Ra} \ 0.63$

$\phi 20$

$\phi 15h6$

R2

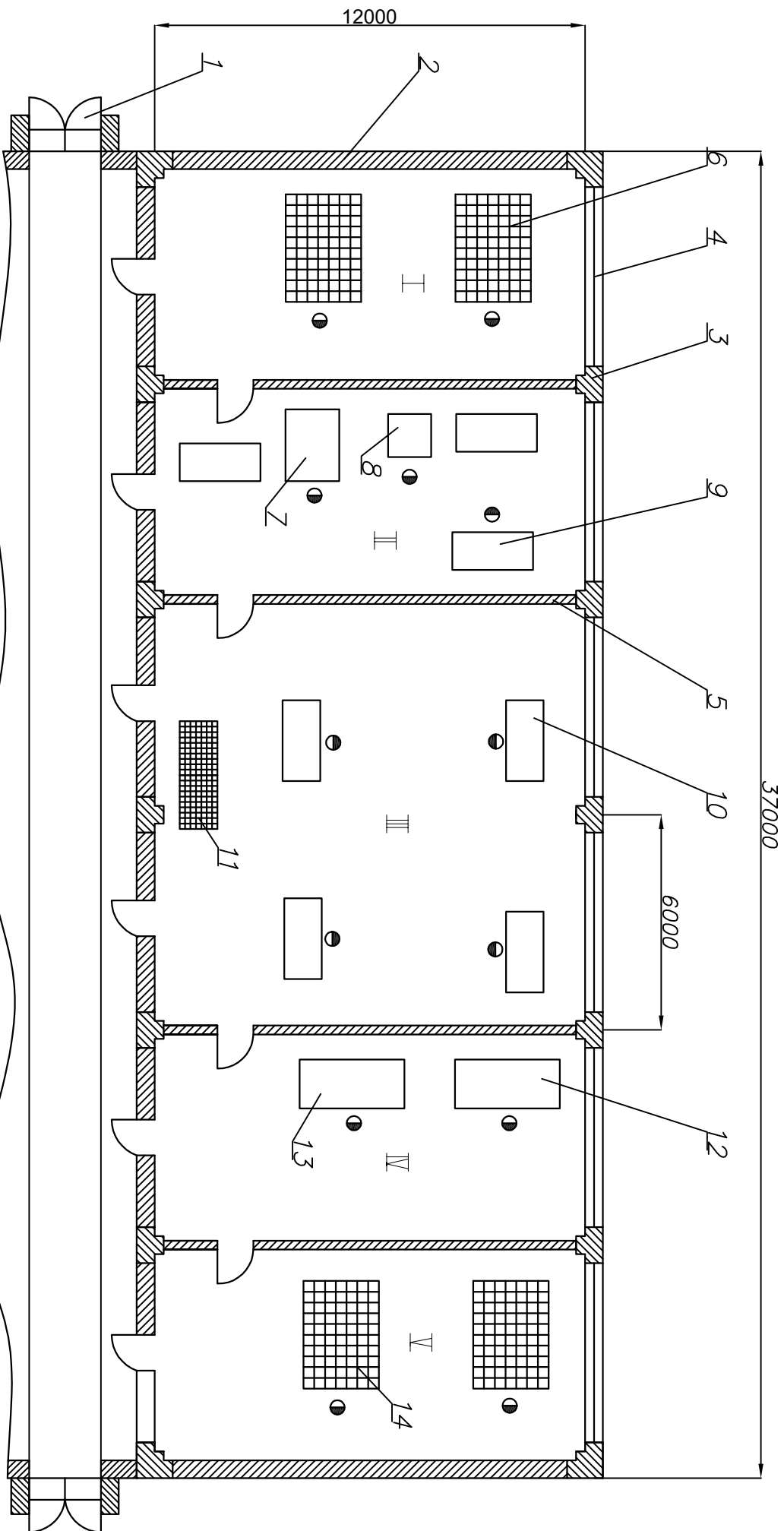
2

72

*Розміри для довідок
1.H12,h12.
2.HRC 28...32.

Копіював

Формат А4



- I Склад ґемалей
II Відгілення підготовки складання
III Відгілення складання
IV Відгілення контролю та випробувань
V Склад готових виробів

1. Вхід/Вийзд
2. Капітальна стіна
3. Колонна
4. Вікно
5. Перегородка
6. Стілаж для зберігання ґемалей
7. Ванна
8. Шкаф сушильний
9. Компектувальний стіл
10. Робочий стіл
11. Стілаж для зібраного виробу
12. Стенд для контролю моменту
13. Стенд для обкатки та контролю температури корпусу
14. Стілаж для готових виробів